

Felipe Zacchi Gómez

**MÉTODO SIMPLIFICADO PARA ANÁLISE DA PRÉ-
VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA LIGAÇÃO
AEROPORTO – CENTRO URBANO, COM O USO DE
“AUTOMATED PEOPLE MOVER”**

Dissertação submetida ao Programa
de Pós Graduação em Engenharia
Civil - PPGEC da Universidade
Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dra. Lenise Grando
Goldner

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gómez, Felipe Zacchi

Método Simplificado Análise da Pré-viabilidade de Implantação de uma Ligação Aeroporto – Centro Urbano, com o Uso de “Automated People Mover” Felipe Zacchi Gómez ; orientador, Lenise Grando Goldner. - Florianópolis, SC, 2016.

159 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Automated People Movers. 3. Polos geradores de viagens. 4. Aeroportos. I. Goldner, Lenise Grando. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Felipe Zacchi Gómez

**MÉTODO SIMPLIFICADO PARA A ANÁLISE DA PRÉ-
VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UMA LIGAÇÃO
AEROPORTO-CENTRO URBANO, COM O USO DE
“AUTOMATED PEOPLE MOVER”**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia Civil”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – PPGEC.

Florianópolis, 14 de setembro de 2016.

Prof. Glicério Trichês, Dr.
Coordenador do Curso

Prof.^a Lenise Grando Goldner, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

Prof. Amir Matar Valente, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Carlos David Nassi, Dr.
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Glicério Trichês, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcos Aurélio Marques Noronha, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este documento a minha mãe (Viviani), meu Pai (Horacio), minha avó materna (Diva), minha avó paterna (Martha), meu avô materno (Adalberto) e meu avô paterno (Alfredo), os quais me incentivaram a percorrer este caminho.

Um agradecimento especial ao meu país (Brasil) por permitir que eu acesse à educação gratuita e de qualidade.

Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família e amigos, que sempre me motivaram para finalizar este trabalho.

Ao PLAMUS por gentilmente ter cedido dois bolsistas que ajudaram na pesquisa de campo.

À Prof.^a Lenise Grando Goldner pela orientação e paciência, por todos os ensinamentos, e principalmente por acreditar no meu trabalho.

RESUMO

A atual conjuntura dos principais centros urbanos brasileiros apresenta dados de mobilidade deficientes ou caóticos. A falta de planejamento no passado refletiu em grandes dificuldades para a melhoria e implantação de sistemas mais eficientes. Aliada a esta condição, a predominância e insistência por um único modo de transporte coletivo, o rodoviário, trouxe ao país uma defasagem em relação a tecnologias mais modernas e eficientes. Os aeroportos até então construídos distantes dos centros urbanos foram integrados aos centros urbanos através do processo de urbanização das regiões metropolitanas, fazendo com que o trajeto até o aeroporto se desse por vias urbanizadas sujeitas a interferência dos problemas de mobilidade da cidade. A ligação aeroporto centro passou a ser um problema, podendo em muitos casos ter duração maior que o próprio tempo de voo. Atendendo a este problema, este trabalho estudou a viabilidade de implantação de uma ligação aeroporto – centro urbano com o uso de *Automated People Mover* (APM), através de um estudo de caso realizado na cidade de Florianópolis/SC. O método proposto apurou o padrão de viagens dos usuários do aeroporto através de uma pesquisa de preferência revelada, onde foi possível determinar os endereços de origem e destino dos usuários bem como o nível de aceitação destes pela utilização da linha proposta. Através dos endereços de origem e destino foi possível determinar o traçado que fosse compatível com o maior número das viagens da amostra. Logo, definiu-se a demanda total de usuários para a linha do APM, sendo esta resultante da soma de três grupos: passageiros do aeroporto, acompanhantes de passageiros e funcionários de companhias aéreas e do aeroporto. Estas demandas foram determinadas individualmente para um período de 30 anos através de índices da amostra, dados de projeção de passageiros do aeroporto e do número de profissionais cadastrados no aeroporto. Realizou-se um estudo da tarifa e sua correção até o final do período de análise, em seguida, escolheu-se a tecnologia Aeromóvel como sistema de APM da linha, avaliando-se todos os custos com implantação, manutenção e operação até o final do período. A arrecadação e os custos foram confrontados através de um fluxo de caixa anual, onde verificou-se a viabilidade do estudo de caso através da análise do VPL (Valor Presente Líquido) e da TIR (Taxa Interna de Retorno)

Palavras Chave: Automated people movers, polos geradores de viagens, aeroportos.

ABSTRACT

The current situation of Brazil's main urban centers has disabled or chaotic data mobility. The lack of planning in the past reflected in great difficulties for the improvement and implementation of more efficient systems. Coupled with this, the prevalence and insistence on a single collective mode of transport, road, brought the country a gap with the most modern and efficient technologies. Airports hitherto built far from urban centers were integrated into the urban centers through the urbanization process of the metropolitan areas, making the way to the airport is that for urban roads subject to interference of city mobility problems. The airport link centered became a problem, and may in many cases have a duration longer than the flight time itself. The objective of this work is the analysis of Implementation feasibility of a connection airport – downtown using Automated People (APM) Mover through a case study in the city of Florianópolis/SC. The proposed method was found the standard of travel of the airport users through a search revealed where it was possible to determine the source and destination addresses of the users and the level of acceptance of these by the use of the proposed line. Through the source and destination addresses it was possible to determine the route that was compatible with the largest number of sample travel. Then, set up the total demand of users for the APM line, which is the sum of three groups: Airport passengers, passenger companions and employees of airlines and airport. These demands were determined individually for a period of 30 years through rates of the sample, projection data of airport passengers and the number of professionals registered at the airport. We conducted a tariff study and its correction to the end of the review period, then chose to Aeromóvel technology as the line APM system, evaluating all the implementation costs, maintenance and operation by the end of period. The revenue and costs were faced by an annual cash flow, which verified the feasibility of the case study by analyzing the NPV (Net Present Value) and IRR (Internal Rate of Return).

Key words: Automated people movers, ground transportation, airports.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aeromóvel de Porto Alegre.....	47
Figura 2 – APM com rodas de borracha utilizado no Aeroporto Internacional de Washington.....	49
Figura 3 – APM com rodas de aço utilizado no <i>Air Train</i> de Nova Iorque.....	50
Figura 4 – APM em via elevada, linha 15 do metrô de São Paulo.....	52
Figura 5 – APM em via subterrânea, Aeroporto de Barajas, Madri.....	52
Figura 6 – Primeiro APM utilizado em um aeroporto, Aeroporto de Tampa.....	57
Figura 7 – APM VAL, Lille.....	63
Figura 8 – <i>Sky Train</i> , Vancouver.....	64
Figura 9 – Linha 4 do Metrô de São Paulo.....	65
Figura 10 – Tecnologias de transporte de massa e aplicação.....	70
Figura 11 – Fluxograma representando a metodologia do trabalho.....	73
Figura 12 – Fluxograma representando a etapa de análise de viabilidade.....	74
Figura 13 – Mapa de situação da área de estudo.....	94
Figura 14 – Regiões de origem e destino classificadas.....	108
Figura 15 – Municípios da Grande Florianópolis.....	109
Figura 16 – Posição do Terminal do Aeroporto Internacional de Florianópolis.....	114
Figura 17 – Estação de Integração do APM no centro de Florianópolis.....	116

Figura 18 – Estação de Integração do APM no Aeroporto Internacional de Florianópolis.....117

Figura 19 – Traçado da linha de APM proposta.....119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Distribuição dos trabalhos selecionados conforme plataforma, palavras-chave e ano de publicação.....	38
Quadro 2 – Trabalhos selecionados na revisão bibliográfica narrativa..	42
Quadro 3 – Lista de aeroportos que utilizavam a tecnologia APM até o ano de 2010.....	58
Quadro 4 – Lista de cidades que utilizam a tecnologia APM como sistema de transporte urbano.....	67
Quadro 5 – Cronograma proposto para o período de 30 anos de operação da linha do APM.....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado das buscas utilizando palavras-chave no idioma inglês	34
Tabela 2 – Resultado das buscas utilizando palavras-chave no idioma português.....	35
Tabela 3 – Trabalhos selecionados para a leitura do resumo (palavras-chave no idioma inglês).....	36
Tabela 4 – Trabalhos selecionados para a leitura do resumo (palavras-chave no idioma português).....	36
Tabela 5 – Tipo de usuário da amostra no Aeroporto Internacional de Florianópolis.....	99
Tabela 6 – Tipo de sexo da amostra no Aeroporto Internacional de Florianópolis.....	100
Tabela 7 – Faixa etária dos entrevistados da amostra no Aeroporto Internacional de Florianópolis.....	100
Tabela 8 – Grau de escolaridade dos usuários da amostra do Aeroporto Internacional de Florianópolis.....	101
Tabela 9 – Principais profissões dos usuários da amostra do Aeroporto Internacional de Florianópolis.....	102
Tabela 10 – Número de acompanhantes para cada passageiro da amostra.....	103
Tabela 11 – Média no número de acompanhantes de passageiros em 15 aeroportos brasileiros.....	104
Tabela 12 – Tipo de voo realizado pelos passageiros da amostra.....	105
Tabela 13 – Propósito da viagem dos passageiros da amostra.....	106
Tabela 14 – De onde veio ou pretende ir, resposta dos entrevistados..	107
Tabela 15 – Local de origem ou destino.....	110

Tabela 16 – Como chegou ou pretende sair do aeroporto, resposta dos entrevistados.....	111
Tabela 17 – Aceitação da linha do APM proposta na amostra.....	112
Tabela 18 – Valor de tarifa aceitável para a linha do APM, resultado da amostra.....	113
Tabela 19 – Aceitação da linha do APM por parte da amostra dos passageiros.....	120
Tabela 20 – Aceitação da linha do APM por parte da amostra dos acompanhantes de passageiros.....	121
Tabela 21 – Aceitação da linha do APM por parte da amostra de funcionários de companhias aéreas e do aeroporto.....	122
Tabela 22 – Demanda de passageiros previstos para o Aeroporto Internacional de Florianópolis.....	124
Tabela 23 – Demanda da linha de APM proposta referente aos passageiros do aeroporto.....	125
Tabela 24 – Número de acompanhantes corrigidos para cada passageiro da amostra.....	126
Tabela 25 – Demanda da linha de APM proposta referente aos acompanhantes de passageiros do aeroporto.....	127
Tabela 26 – Projeção para o número de funcionários das companhias aéreas e do aeroporto.....	129
Tabela 27 – Demanda da linha de APM proposta referente aos funcionários das companhias aéreas e do aeroporto.....	130
Tabela 28 – Demanda total para a linha de APM proposta.....	131
Tabela 29 – Valor de tarifa aceitável corrigida para a linha do APM, resultado da amostra.....	133
Tabela 30 – Arrecadação anual com a linha do APM proposta.....	135

Tabela 31 – Custos de manutenção e operação anuais para a linha do APM proposta considerando-se a tecnologia Aeromóvel.....	137
Tabela 32 – Custos anuais para implantação e manutenção da linha de APM proposta.....	138
Tabela 33 – Fluxo de caixa corrente anual até o final do período do estudo da linha do APM.....	140

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGT	Automated Guideway Transit
APM	Automated People Mover
ANPET	Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
ATC	Automated Train Control
ATO	Automated Train Operation
ATP	Automated Train Protection
ATS	Automated Train Supervision
BRT	Bus Rapid Transit
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAPEX	Capital Expenditures
CO ₂	Dióxido de Carbono
EBTU	Empresa Brasileira de Transportes Urbanos
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
IPCA	Índice Nacional de Preço ao Consumidor Amplo
IRR	Internal Rate of Return
KNT	Kobe New Transit
MAGLEV	Magnetic Levitation Transport
NPV	Net Present Value
NTS	New Transport System
OPEX	Operational Expenditures
PLAMUS	Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis
SAC	Secretaria de Aviação Civil
SC	Estado de Santa Catarina
SENGE/SC	Sindicato dos Engenheiros no Estado de Santa Catarina
TICEN	Terminal de Integração do Centro

TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TRENSURB	Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A
VLP	Veículo Leve sobre Pneus
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	27
1.1	Considerações iniciais.....	27
1.2	Problema e justificativa.....	28
1.3	Objetivos.....	30
1.3.1	Objetivo geral.....	30
1.3.2	Produtos Específicos.....	30
1.4	Estrutura do trabalho.....	30
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	33
2.1	Considerações iniciais.....	33
2.2	Revisão bibliográfica sistemática.....	33
2.2.1	Planejamento da revisão bibliográfica sistemática.....	33
2.2.2	Realização de buscas nas plataformas de dados.....	34
2.2.3	Leitura dos resumos e seleção dos trabalhos.....	37
2.2.4	Descrição dos trabalhos selecionados.....	39
2.3	Revisão bibliográfica narrativa.....	40
2.4	Automated People Mover.....	43
2.4.1	Conceitos.....	43
2.4.2	Histórico da tecnologia APM.....	44
2.4.3	O uso do APM no Brasil.....	45
2.4.3.1	Sistema Aeromóvel.....	46
2.4.3.1.1	Sistema Aeromóvel do Aeroporto Internacional de Porto Alegre.....	47
2.4.4	Sistemas APM.....	48
2.4.4.1	Veículos.....	48
2.4.4.2	Via.....	50
2.4.4.3	Propulsão e alimentação.....	53
2.4.4.4	Comando, controles e comunicação.....	53
2.4.4.5	Estações.....	54
2.4.4.6	Centro de manutenção.....	55
2.4.5	Uso do APM em aeroportos.....	56
2.4.5.1	Sistemas APM no lado aéreo.....	60
2.4.5.2	Sistemas APM no lado terrestre.....	60
2.4.6	Uso do APM no transporte urbano.....	61
2.4.7	Capacidade e investimento.....	69
3	MÉTODO.....	73
3.1	Fundamentação teórica.....	74
3.2	Definição do estudo de caso.....	75
3.3	Levantamento dos padrões de viagens.....	75
3.3.1	Elaboração do questionário.....	75

3.3.2	Definição do tamanho da amostra.....	78
3.3.3	Aplicação do questionário.....	79
3.4	Análise da Viabilidade.....	80
3.4.1	Definição do traçado e local de integração.....	81
3.4.2	Definição do índice de aceitação do APM.....	83
3.4.3	Definição do período de análise da linha de APM.....	85
3.4.4	Previsão da demanda.....	85
3.4.4.1	Passageiros do aeroporto.....	85
3.4.4.2	Acompanhantes de passageiros.....	86
3.4.4.3	Funcionários de companhias aéreas e do aeroporto.....	86
3.4.5	Estudo de viabilidade.....	87
3.4.5.1	Arrecadação.....	87
3.4.5.1.1	Valor da tarifa.....	88
3.4.5.1.2	Demanda de passageiros.....	89
3.4.5.1.3	Arrecadação anual.....	89
3.4.5.2	Custos de implantação, manutenção e operação.....	89
3.4.5.2.1	Custos de implantação.....	90
3.4.5.2.2	Custos de manutenção e operação.....	90
3.4.5.2.3	Composição dos custos anuais.....	91
3.4.5.3	Fluxo de caixa.....	91
3.4.5.4	Retorno financeiro.....	91
3.5	Análise de resultados.....	92
4	ESTUDO DE CASO.....	93
4.1	Caracterização da área de estudo.....	93
4.1.1	Cidade de Florianópolis.....	95
4.1.2	Aeroporto Internacional de Florianópolis.....	95
4.1.2.1	Vias de acesso.....	95
4.1.2.2	Sítio Aeroportuário.....	96
4.2	Aplicação do método proposto.....	97
4.2.1	Levantamento dos padrões de viagens.....	97
4.2.1.1	Elaboração do questionário.....	97
4.2.1.2	Definição do tamanho da amostra de questionários.....	97
4.2.1.3	Aplicação do questionário aos usuários do aeroporto.....	97
4.2.1.4	Processamento das entrevistas e interpretação dos resultados..	98
4.2.1.4.1	Identificação do tipo de usuário.....	98
4.2.1.4.2	Identificação do gênero do usuário.....	99
4.2.1.4.3	Idade.....	100
4.2.1.4.4	Escolaridade.....	101
4.2.1.4.5	Profissão.....	101
4.2.1.4.6	Número de acompanhantes.....	102
4.2.1.4.7	Tipo de voo.....	104

4.2.1.4.8 Propósito da viagem.....	105
4.2.1.4.9 De onde veio ou pretende ir.....	106
4.2.1.4.10 Endereço do destino ou origem.....	107
4.2.1.4.11 Meio de locomoção de chegada a pretensão de sair.....	111
4.2.1.4.12 Aceitação para a linha do APM proposta.....	112
4.2.1.4.13 Aceitação da tarifa para a linha do APM.....	112
4.2.2 Definição do traçado e local de integração.....	114
4.2.3 Definição do índice de aceitação do APM.....	120
4.2.3.1 Passageiros do aeroporto.....	120
4.2.3.2 Acompanhantes de passageiros.....	121
4.2.3.3 Funcionários de companhias aéreas e do aeroporto.....	122
4.2.4 Definição do período de análise da linha do APM.....	122
4.2.5 Previsão da demanda.....	123
4.2.5.1 Passageiros do aeroporto.....	123
4.2.5.2 Acompanhantes de passageiros.....	125
4.2.5.3 Funcionários de companhias aéreas e do aeroporto.....	127
4.2.5.4 Demanda total.....	131
4.2.6 Escolha da tecnologia APM.....	132
4.2.7 Estudo de viabilidade.....	132
4.2.7.1 Arrecadação.....	132
4.2.7.1.1 Valor da tarifa.....	132
4.2.7.1.2 Demanda de passageiros.....	133
4.2.7.1.3 Arrecadação anual.....	134
4.2.7.2 Custo de implantação, manutenção e operação.....	136
4.2.7.2.1 Custo de implantação.....	136
4.2.7.2.2 Custos de manutenção e operação.....	136
4.2.7.2.3 Composição dos custos anuais.....	137
4.2.7.3 Fluxo de caixa.....	140
4.2.7.4 Retorno financeiro.....	140
4.3 Análise dos resultados.....	141
5 CONCLUSÕES.....	143
5.1 Limitações da pesquisa.....	144
Recomendações.....	145
REFERÊNCIAS.....	147
APÊNDICE A.....	153
ANEXO A.....	157
ANEXO B.....	159

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O intenso processo de urbanização, vivenciado no Brasil nas últimas décadas, aproximou os aeroportos das cidades, fazendo com que alguns destes já estejam completamente inseridos dentro do perímetro urbano. Esta aproximação, ou melhor, incorporação dos sítios aeroportuários por parte das áreas urbanas, trouxe alguns dos problemas vivenciados pelas cidades para as imediações dos aeroportos, sendo um destes, o trânsito.

O trânsito das grandes cidades é, sem dúvida, um dos grandes desafios para os atuais e próximos administradores públicos. A falta de planejamento, que coibiu qualquer tipo de destinação de áreas públicas para a ampliação das vias, é um dos grandes problemas na maioria das cidades, uma vez que qualquer obra de melhoria está relacionada a desapropriações ou infraestruturas de grande porte, o que incrementa de maneira significativa, a quantidade de investimentos. Um outro problema vivenciado nas cidades brasileiras é o uso indiscriminado do automóvel como meio de transporte individual, fruto de grandes incentivos por parte do governo federal e da indústria automobilística.

A mobilidade urbana deixou de ser um assunto restrito a planejadores urbanos e políticos. A ineficiência dos sistemas de transporte fez com que cada vez mais as pessoas se interessassem por esta questão, e dentre os problemas de mobilidade recorrentes nas cidades está a conexão do centro até o aeroporto, onde em alguns casos, o tempo de viagem entre o centro da cidade e o terminal de passageiros chega a ser superior ao tempo de voo da viagem aérea.

As cidades hoje enfrentam os desafios do aumento do congestionamento do tráfego e orçamentos públicos mais apertados. Planejadores urbanos estão cada vez mais voltados para a demanda de infraestruturas de planejamento com sustentabilidade e economia de energia. Mobilidade, como um dos componentes-chave para o planejamento urbano, é cada vez mais exigido como resultado das mudanças demográficas. Além disso, o público que viaja está mais preocupado do que nunca com o impacto ambiental de suas escolhas de transporte. Usuários de trânsito estão exigindo sistemas mais integrados, interfaces de usuário mais amigáveis e serviços melhorados. (ZHANG, 2013)

A escolha do veículo privado, como o principal meio de transporte nas cidades brasileiras, aliado com os benefícios de uma política que o favorecia, desencadeou o desinteresse por outros sistemas, fazendo com que por muitos anos não fossem incentivadas outras opções de transporte, tais como os sistemas APM (*Automated People Mover*), cujas características de circulação em via exclusiva, conforto, alta flexibilidade operacional e confiabilidade, proporcionariam o sucesso desta tecnologia nas cidades brasileiras.

De maneira que se possa discernir sobre a viabilidade de uma linha de APM ligando o aeroporto até um centro de conexões dentro da área urbana, esta dissertação visa a proposição de um método que analise tal ligação, utilizando-se como base um estudo de caso para a cidade de Florianópolis-SC, através do estudo da ligação aeroporto – centro urbano.

1.2 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

Segundo Goldner & Monteiro (2011), além da demanda do aeroporto, na maioria das cidades brasileiras, os acessos viários aos aeroportos são utilizados também pela comunidade de entorno, e dependendo do volume de tráfego resultante deste somatório, pode-se observar níveis de serviço bastante desfavoráveis, que contribuem para o aumento do tempo de viagem ao aeroporto e o desconforto da viagem.

Gonçalves (2006) afirma que de um modo geral, nas cidades com desenvolvimento urbano orientado pelo modo de transporte rodoviário, a qualidade de vida vem se deteriorando devido aos efeitos do trânsito de veículos, pois tal modelo tende a provocar deseconomias em função de congestionamentos, acidentes, impactos ambientais, etc.

A ligação Aeroporto – Centro pode ser dita como problemática nas principais cidades brasileiras. Sendo que há predominância de apenas um modo de transporte como via de ligação, o modo rodoviário, propiciando ao usuário apenas uma opção de deslocamento, fazendo com que o usuário se torne refém às características do sistema viário vigente, ineficiente na maioria das cidades brasileiras.

O intenso processo de urbanização das regiões metropolitanas aproximou o sítio aeroportuário com a área urbanizada, desta forma, a maior parte do percurso centro – aeroporto, que em outras épocas dava-se por vias despovoadas e com poucas interferências, é constituída, em sua maioria, por vias urbanas com grande taxa de ocupação e problemas

de trânsito, refletindo assim, no aumento substancial do tempo de viagem até o aeroporto.

Na maioria das grandes cidades, a carência de espaço físico para a ampliação de vias é um problema repetido. Além deste fato, a grande quantidade de cruzamentos faz com que a velocidade de escoamento seja reduzida, ou que seja necessária a construção de inúmeros cruzamentos em desníveis para aumentar o escoamento da via, prática esta com elevado custo. Atento a estas dificuldades, o modo APM poderia ser implantada nos canteiros centrais das vias, garantindo assim, uma ligação direta e sem interferência nos cruzamentos.

Com o aumento da população e dos congestionamentos, tem-se um aumento correspondente na necessidade de sistemas de circulação de alta qualidade nos centros de maior atividade, para as conexões entre estes centros e para linhas de longa distância. A tecnologia APM é ideal para este propósito já que suas vias de circulação exclusivas e a operação automatizada proporcionam um serviço frequente e confiável, atributos que aumentam consideravelmente a atratividade pelos usuários (WARREN, 2004).

A preferência crescente do transporte ferroviário também pode ter algo a ver com consciência do impacto ambiental. O transporte ferroviário de passageiros é geralmente alimentado por eletricidade, que não produz emissões de CO₂ para funcionamento. Ônibus a diesel, que são usados para a maioria das frotas de ônibus, são contribuintes óbvios para as emissões de CO₂ de uma cidade e, portanto, são menos desejáveis (ZHANG, 2013).

De acordo com De Souza *et al* (2008), o aeroporto é uma organização de características particulares, envolvendo aspectos comerciais, logísticos, de segurança, operacional e, ainda, de infraestrutura básica para o desenvolvimento regional, o que justifica um aprofundamento de pesquisas específicas para este tipo de organização.

A escolha da realização do estudo de caso em Florianópolis, no Aeroporto Internacional Hercílio Luz, se deve a fatores como:

- Frágil ligação entre este aeroporto e o centro da cidade, realizada atarvés de um único acesso, pelo meio rodoviário, onde constantemente os usuários estão sujeitos a congestionamentos;
- Facilidade para a realização das entrevistas devido à proximidade geográfica;

- Disponibilidade de dados referente à demanda futura de passageiros no aeroporto, dados resultantes do estudo que visa a concessão do aeroporto.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um procedimento que permita avaliar a pré-viabilidade de uma ligação aeroporto – centro de conexões urbano, com o uso de *Automated People Mover*. Este procedimento será aplicado em um estudo de caso realizado no Aeroporto Internacional de Florianópolis – Hercílio Luz.

1.3.2 Produtos específicos

De modo a permitir a obtenção do objetivo geral estabelecido, fazem-se necessários a determinação de produtos específicos individuais, para os quais a análise dos mesmos possibilita o objetivo geral. Os produtos necessários são:

- Caracterização do passageiro do aeroporto;
- Conhecer o padrão de viagens dos usuários do aeroporto;
- Análise da aceitação do APM pelos usuários do aeroporto.

1.4 Estrutura do Trabalho

No Capítulo 1 apresentam-se os objetivos gerais e produtos específicos, a estruturação da pesquisa bem como a descrição da importância do tema.

A revisão bibliográfica sobre o assunto é abordada no Capítulo 2, onde são apresentados os principais conceitos e definições já conhecidos sobre o assunto. Esta revisão está dividida em duas partes:

- Revisão bibliográfica sistemática;
- Revisão bibliográfica narrativa.

O método proposto para análise da viabilidade de uma ligação aeroporto-centro urbano com o uso de *Automated People Mover* é

apresentado no Capítulo 3, onde são descritos todos os procedimentos e condições necessárias para a aplicabilidade do método.

No Capítulo 4 realiza-se a aplicação do método proposto através de um estudo de caso realizado na cidade de Florianópolis/SC. O Capítulo 5 descreve as conclusões e resultados obtidos com a realização deste estudo. Além disso, apresenta as limitações para a utilização do método proposto e recomendações para futuros estudos sobre o tema

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica para o desenvolvimento do trabalho. Com o intuito de alcançar este objetivo realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática e uma revisão bibliográfica narrativa.

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

O objetivo da revisão bibliográfica sistemática de literatura para este trabalho é aprimorar a busca de artigos correlacionados ao tema desta pesquisa.

A revisão bibliográfica sistemática é uma técnica que tem como propósito apontar, escolher e avaliar estudos/publicações, através do uso de palavras-chave em bases de dados, que venham a contribuir, de maneira significativa, com o desenvolvimento do trabalho.

Para Sampaio e Mancini (2007), uma revisão sistemática, assim como outros tipos de revisão, é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados da literatura sobre determinado tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada. As revisões sistemáticas são particularmente úteis para integrar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinada área, que podem apresentar resultados conflitantes e/ou coincidentes, bem como identificar temas que necessitem de evidência, auxiliando na orientação para investigações futuras.

2.2.1 Planejamento da revisão bibliográfica sistemática

O planejamento da revisão bibliográfica sistemática é composto das seguintes etapas:

- Escolha das palavras-chave (*Automated People Mover, Ground Transportation, Airport*, Polos Geradores de Viagens e Aeroportos);

- Escolha das plataformas de pesquisa (para os termos em inglês, foram consideradas as plataformas Scopus, Periódicos CAPES e TRID Online; para os termos em português foram verificadas as plataformas Banco de Teses da CAPES, ANTP e ANPET);

- Escolha dos critérios para avaliação dos resultados (em primeira instância, verificaram-se os trabalhos cujo título fosse condizente com o tema da dissertação, (para os idiomas português, espanhol e inglês) em segundo momento, optou-se por artigos mais recentes, e por último, o nível de publicação da literatura;

- Leitura dos resumos, sendo escolhidas as publicações com maior relevância aos termos *Automated People Mover*, fazendo menção a *Ground Transportation* e *Airport*.

2.2.2 Realização de buscas nas plataformas de dados

Sendo definidas as palavras chaves utilizadas nas plataformas de busca, introduziram-se as mesmas nas plataformas previamente definidas, sendo os resultados destas buscas expressos nas tabelas 1 e 2:

Tabela 1 – Resultado das buscas utilizando palavras-chave no idioma inglês

Palavras-chave	Plataforma de dados consultadas		
	Scopus	Periódicos CAPES	TRID Online
Automated People Mover	512	212	509
Ground Transportation	10.019	42.421	15.000
Airport	34.134	51.239	15.000
Automated People Mover and Ground Transportation	29	206	62
Automated People Mover and Airport	230	84	199
Automated People Mover, Ground Transportation and Airport	22	96	49

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 2 – Resultado das buscas utilizando palavras-chave no idioma português

Palavras-CHAVE	Plataforma de dados consultadas		
	ANPET	CAPEL	ANIP
Automated People Mover	0	2	1
Polos Geradores de Viagens	14	3	0
Aeroportos	9	520	7
Polos Geradores de Viagens e Aeroportos	0	0	0

Fonte: Elaboração do autor

Foi encontrada uma vasta fonte de referências para as palavras-chave *Ground Transportation* e *Airport*, mas no caso da palavra-chave *Automated People Mover*, o número de referências é muito menor, se comparado às duas primeiras palavras-chave pesquisadas. Desta forma, optou-se por dar maior ênfase aos resultados de referências que utilizassem a composição de uma ou mais palavras chave, incluindo sempre, a palavra chave *Automated People Mover*, no caso das buscas no idioma inglês. Os textos analisados no idioma inglês estão, em parte, repetidos em duas ou nas três plataformas, o que reduz a quantidade de textos encontrados em uma única plataforma de busca.

As buscas realizadas no idioma português apresentaram poucos resultados. Sendo assim, todos os textos que mencionaram a palavra-chave *Automated People Mover* foram analisados.

Sucessivamente, realizou-se a leitura dos títulos e observaram-se os mais interessantes para a leitura dos resumos, como mostrado nas tabelas 3 e 4:

Tabela 3 – Trabalhos selecionados para a leitura do resumo (palavras-chave no idioma inglês)

Palavras-chave	Plataforma de dados consultadas		
	Scopus	Periódicos CAPES	TRID Online
Automated People Mover	8	2	1
Ground Transportation	0	0	0
Airport	2	2	0
Automated People Mover and Ground Transportation	2	5	3
Automated People Mover and Airport	3	1	1
Automated People Mover, Ground Transportation and Airport	22	4	1

Fonte: Elaboração do autor

Tabela 4 – Trabalhos selecionados para a leitura do resumo (palavras-chave no idioma português)

Palavras- chave	Plataforma de dados consultadas		
	ANPET	CAPES	ANIP
Automated People Mover	0	2	1
Polos Geradores de Viagens	3	1	0
Aeroportos	3	2	4
Polos Geradores de Viagens e Aeroportos	0	0	0

Fonte: Elaboração do autor

Foi realizada uma seleção de 73 trabalhos para leitura do resumo, sendo estes 57 obtidos utilizando as palavras-chave no idioma

inglês e 16 destes encontrados através do uso das palavras-chave no idioma português.

2.2.3 Leitura dos resumos e seleção dos trabalhos

Após a leitura dos resumos de 73 trabalhos, foram selecionados 12 trabalhos, sendo estes, 7 da plataforma Scopus e 5 da plataforma TRID Online. No que diz respeito ao uso das palavras-chave, foram escolhidos 6 trabalhos com as palavras-chave *Automated People Mover* e *Airport*, 5 trabalhos com a palavra-chave *Automated People Mover* e 1 trabalho com as palavras chave *Automated People Mover*, *Ground Transportation* e *Airport*.

Quadro 1 – Distribuição dos trabalhos selecionados conforme plataforma, palavras-chave e ano de publicação

Autor	Trabalhos selecionados		
	Base	Palavras-chave	Ano
Lin e Trani	TRID Online	Automated People Mover and Airport	2000
Warren e Kuncznski	Scopus	Automated People Mover	2000
Little e Gafney	TRID Online	Automated People Mover and Airport	2005
Lea e Elliott	TRID Online	Automated People Mover and Airport	2010
Malla	TRID Online	Automated People Mover	2011
Davis <i>et al</i>	Scopus	Automated People Mover	2013
Zhang	TRID Online	Automated People Mover	2013
Gosling	Scopus	Automated People Mover, Ground	2014
González	Scopus	Automated People Mover and Airport	2016
Incorvati	Scopus	Automated People Mover and Airport	2016
Murillo Jr <i>et al</i>	Scopus	Automated People Mover and Airport	2016
Zhang	Scopus	Automated People Mover and Airport	2016

Fonte: Elaboração do autor

2.2.4 Descrição dos trabalhos selecionados

Lin e Trani (2000) relataram, no artigo *Airport Automated People Mover Systems: Analysis with a Hybrid Computer Simulation Model*, a utilização de um programa desenvolvido por estes autores denominado APMSIM, cujo objetivo era avaliar a implantação de uma linha de APM num aeroporto qualquer. Utilizando os dados de demanda, as características do APM e do aeroporto, este programa realizava a simulação e operação da linha proposta, fornecendo parâmetros técnicos para a análise da viabilidade.

Warren e Kuncznski (2000) publicaram um artigo, denominado *Planning Criteria for Automated People Movers: Defining the Issues*, apresentando fatores que podem ser utilizados como ferramentas numa análise de viabilidade de linhas de APM.

Little e Gafney (2005) realizaram um estudo denominado *Airport Landside Mobility – APM Implementation Issues* onde apresentaram os diferentes parâmetros a serem considerados no projeto de uma linha de APM de aeroporto visando o lado terrestre. Como estudo de caso foi considerado o Aeroporto Internacional de Dublin na Irlanda.

Lea e Elliot (2010) desenvolveram um guia, *Guidebook for Planning and Implementing Automated People Mover Systems at Airports*, para planejamento e projeto de linhas de APM em aeroportos. Este relatório abrange uma vasta gama de tópicos que descrevem o processo de planejamento e orientação para a tomada de decisões referente às diversas características encontradas nos sistemas APM.

No artigo *Automated Metro Operation: Greater Capacity and Safer, More Efficient Transport*, Malla (2011) descreve as vantagens de um sistema APM comparado a outros sistemas de transporte ferroviários convencionais, destacando a flexibilidade de operação, diminuição de acidentes e a redução de custos operacionais.

Davis *et al* (2013) realizaram um estudo, intitulado *Calculating the Capacity of Automated Transit Network Systems*, onde descrevem os fatores a serem considerados para o cálculo da capacidade em um sistema APM

Zhang (2013) fez uma descrição, no texto *APM and Other Driverless Systems for Integrated Urban Planning and Sustainability*, de como os sistemas de transporte APM podem se integrar com outros sistemas de transporte, além de mostrar maneiras pelas quais a

utilização da tecnologia APM permita um crescimento organizado e sustentável.

Gosling (2014) relata, no artigo *Funding Airport Ground Access Projects: Two Case Studies*, dois estudos de caso onde são descritos os procedimentos para o financiamento de duas linhas de APM conectando terminais do aeroporto a centros de conexão com outros sistemas de transporte.

González (2016) apresentou um artigo denominado *Transport Quality Using Accelerating Moving Walkes*, para o qual descreve que a mobilidade nas cidades do futuro estará baseada em deslocamentos a pé, ciclovias, transporte público de alta qualidade e uso reduzido do automóvel. De maneira que a conexão entre os diversos modos possa ser incrementada, o autor defende que o aumento da velocidade de esteiras rolantes pode contribuir para criar uma rede de transportes mais próxima dos cidadãos, tornado assim, o transporte público mais atrativo.

Incorvati (2016) publica o artigo *Upgrading Automatic Train Control Systems*, em que relata os benefícios advindos da modernização do sistema de controle em linhas de APM antigas. Dentre os benefícios expostos estão uma maior segurança ao usuário, melhor performance, flexibilidade e redução de manutenção

O artigo *Tampa Airport APM Project – Fast Track Approach*, escrito por Murillo Jr *et al* (2016), descreve os processos e etapas realizadas durante o planejamento do projeto da linha de APM de lado terrestre em Tampa (cidade localizada nos Estados Unidos da América), conectando o terminal do aeroporto até estacionamentos e locadoras de veículos.

Zhang (2016) descreve no texto *APM and Monorail for Urban Applications*, uma visão geral sobre as aplicações urbanas de sistemas de transporte APM e monotrilho, identificando as características e vantagens que estes sistemas possuem em aplicações urbanas.

2.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA NARRATIVA

De maneira que a revisão bibliográfica sistemática fosse complementada, foi efetuada uma revisão bibliográfica narrativa, que proporcionou a incorporação de autores e instituições não abrangidos pela revisão bibliográfica sistemática.

As publicações adicionadas à revisão bibliográfica dizem respeito a dissertações, teses, manuais, livros, artigos e páginas da internet.

O Quadro 2 exhibe os trabalhos selecionados na revisão bibliográfica narrativa:

Quadro 2 – Trabalhos seleccionados na revisão bibliográfica narrativa

Autor	Trabalhos seleccionados	
	Tipo de fonte	Ano
Elms	Artigo	1989
Britto	Dissertação	2008
Erbin e Soulas	Artigo	2003
Warren	Artigo	2004
Culver e Nuevo	Artigo	2009
Andrade	Artigo	2011
Juster	Dissertação	2013
Little e Ross	Artigo	2013
Goldner e Nascimento	Artigo	2014
Srivastava e Agrawal	Artigo	2014
Bombardier	Site	2015
Curbside Classic	Site	2015
Flickr	Site	2015
Railfanwindow	Site	2015
Metrobits	Site	2015
Portal Globo	Site	2015
OTM Editora	Site	2015
Vibrantvictoria	Site	2015

Fonte: Elaboração do autor

2.4 AUTOMATED PEOPLE MOVER

2.4.1 Conceitos

Define-se APM como sistema de transporte totalmente automatizado e sem condutor, com veículos que operam em guias fixas com direito exclusivo de passagem. Podem ser classificados como APM veículos que incluam a tecnologia *Automated Guideway Transit* (AGT), quando totalmente automatizados, monotrilhos e veículos de levitação magnética de baixa velocidade (MAGLEV). As principais diferenças entre sistemas de transporte APM e outros sistemas de transporte consiste no fato de que o APM não possui condutor, e que o veículo não está sujeito a interferências e congestionamentos de uma via (LEA e ELLIOTT, 2010).

Zhang (2013) listou os benefícios significativos associados a sistemas de transporte automatizados. Em primeiro lugar, estes sistemas propiciam a redução dos custos de operação e manutenção, motoristas não são necessários, o que proporciona uma redução de custo significativa. Em segundo lugar, estes sistemas propiciam uma flexibilidade operacional, onde um operador pode modificar o número de composições operantes em função da demanda de passageiros, sem ajustar o número de colaboradores. Em terceiro lugar, o consumo de energia neste sistema é reduzido. O comportamento do condutor tem um impacto significativo no consumo de energia, sendo assim, o sistema pode ser projetado para consumir a menor quantidade de energia possível, sendo este o resultado de avançadas simulações de operação. Em quarto lugar, a segurança é melhorada, pois muitos acidentes são causados pela imprudência do condutor, elemento este inexistente num sistema APM.

Para Elms (1989) é importante compreender o propósito especial de um sistema APM comparado a outras tecnologias de transporte coletivo. O projeto de todas as instalações é concebido de maneira a atender o objetivo principal desta tecnologia que é aproximar pessoas, transformando assim, instalações separadas em uma única unidade funcional.

Sistemas de transporte automatizados, especialmente linhas de metrô totalmente automatizadas estão em funcionamento há mais de 30 anos. A maioria destes sistemas automatizados tem revelado uma grande história de sucesso em termos de número de passageiros, segurança e confiabilidade, mas também, em termos de custos

operacionais. A eficácia de tais sistemas de transporte automatizado é significativamente maior do que para sistemas ferroviários convencionais, sendo esta a principal razão para o sucesso operacional (GONZÁLEZ, 2016).

Nos últimos anos, a escassez de recursos e as dificuldades de financiamentos fez com que as cidades procurassem outras alternativas para o transporte coletivo, dentre estas, os sistemas APM. De acordo com Zhang (2016), as autoridades em todo mundo vem escolhendo alternativas eficientes para soluções de trânsito, que proporcionam menores custos de investimento e manutenção.

Zhang (2016) relata que as características únicas dos sistemas APM, tal como o pequeno raio de curva e o baixo ruído, fazem deste uma excelente solução para as cidades, principalmente em cidades onde o desenvolvimento do traçado de uma linha seja um desafio.

Warren e Kunczynski (2000) afirmam que os APM's podem ser projetados de modo a operar num nível muito silencioso, característica esta que junto ao tamanho tornam este sistema exclusivamente compatível com as cidades.

De uma maneira geral, a difusão da tecnologia APM nos grandes centros já é uma realidade, deixando de ser uso exclusivo para aeroportos e poucas cidades. A popularização desta tecnologia é tão grande que é possível afirmar que a maioria dos principais centros urbanos do globo já possui um sistema de APM em funcionamento ou estudos avançados para a sua implantação.

2.4.2 Histórico da tecnologia APM

O primeiro APM no mundo foi provavelmente construído em Salzburg na Áustria, no Festing Hohensalzburg em 1500, e ainda continua em uso nos dias atuais. O veículo foi construído com o objetivo de transportar comida para um castelo localizado em uma montanha, com 190,5 m de extensão e 67% de inclinação. No começo de século XVII, este sistema transportou materiais de construção para a expansão do castelo. Presume-se que o sistema original não tinha motorista, e em muitos aspectos, é similar ao atual sistema APM. Consistia em dois carros conectados por um cabo, utilizando tanques de água e gravidade como propulsão. O tanque do carro localizado na posição de topo era preenchido com água até que seu peso superasse o peso do carro abaixo, neste ponto os freios eram soltos e os veículos trocavam de posição (LEA e ELLIOTT, 2010).

Nenhum APM foi construído por centenas de anos, até de século XX. Durante a década de 1950, modelos experimentais de APM foram construídos, mas só foram utilizados por alguns anos. O Projeto de Demonstração *South Park*, construído pela *Westinghouse Electric Corporation*, foi uma tentativa mal sucedida de construir um APM em Pittsburgh e só funcionou de 1965 a 1966. Os esforços da *Westinghouse Electric Corporation* não foram todos em vão. Na década de 1970, proliferaram construções de APM, especialmente nos Estados Unidos da América, usando tecnologia desenvolvida por esta. O sistema APM do Aeroporto Internacional de Tampa foi o primeiro sistema de APM construído em um aeroporto. Concluído em 1971, este sistema de APM foi vital para o projeto de *design* inovador do aeroporto, que permitia a conexão de diversos terminais satélites até um único terminal central. (JUSTER, 2013).

O governo dos Estados Unidos da América estimulou o uso de APM's em cidades como veículo de circulação no centro das mesmas. Miami e Detroit foram as primeiras cidades, dos Estados Unidos da América, onde este sistema foi construído, sendo estes construídos em 1985 e 1987 respectivamente. (LEA e ELLIOTT, 2010).

Enquanto os estudos de APM nos Estados Unidos da América, nas décadas de 1970 e 1980, promoviam o desenvolvimento da tecnologia APM em aeroportos e áreas urbanas, outros países focavam o seu desenvolvimento para uso urbano (LEA e ELLIOTT, 2010).

A difusão da tecnologia APM é sem dúvida atribuída ao sucesso desta empregabilidade em aeroportos, onde seu uso é incontestável. No entanto, nos últimos anos as cidades buscaram alternativas de transporte mais eficientes, seja pela redução de investimentos e operação ou pela diminuição de poluentes, sendo estes então, fatores determinantes para o crescimento de sistemas de transporte do tipo APM com aplicação urbana.

2.4.3 O uso do APM no Brasil

A tecnologia APM ganhou destaque no país na década de 1970, com o desenvolvimento da tecnologia Aeromóvel. No entanto, o primeiro sistema operacional de APM no Brasil, somente entrou em serviço em maio de 2010 com a inauguração da linha 4 do metrô da Cidade de São Paulo. O primeiro sistema Aeromóvel entrou em operação em agosto de 2013, percorrendo uma extensão de 814 m, conectando a estação da TRENSURB ao Aeroporto Internacional

Salgado Filho em Porto Alegre. Atualmente, novos sistemas de APM estão em construção no país, dentre os quais se podem destacar:

- Ampliação da linha 4 do metrô da Cidade de São Paulo;
- Linhas 6, 15 e 17 do metrô da Cidade de São Paulo.

2.4.3.1 Sistema Aeromóvel

O Aeromóvel é um sistema de transportes com um conceito não convencional de transmissão de potência baseando-se na transferência de força pela geração de diferenças de pressão em câmaras adjacentes, como em pistões pneumáticos. As vigas por onde o veículo desloca-se são vazadas, onde câmaras internas são formadas pela presença de anteparos ligados ao veículo e de elementos de potência. Uma vez que o veículo não carrega o seu sistema de potência, que no caso do Aeromóvel está instalado no solo, a tecnologia apresenta reduzidos custos de construção e instalação comparada com sistemas de transporte similares (BRITTO, 2008).

Motivado a partir dos problemas existentes nos sistemas de transportes de superfície, Oskar Coester, inicia estudos na década de 1960, a fim de desenvolver um modo de transporte alternativo a partir de vias segregadas em nível elevado. Inspirado nos barcos veleiros, que se movimentam pela energia dos ventos, Coester idealizou a propulsão através da movimentação de ar forçado dentro de um tubo. Sendo assim, estabeleceu um conceito onde o sistema de potência pode ser independente do veículo, fixo ao solo, possibilitando a utilização de um carro com menor massa.

Com financiamento obtido junto à extinta EBTU (via FINEP), junto a recursos próprios, Coester constrói em Porto Alegre um trecho piloto com duas estações e um quilômetro de linha, dando início em 1983 a uma série de testes com o sistema, seus subsistemas, peças e componentes, que hoje se encontram plenamente desenvolvidos e aprovados.

O Aeromóvel é um modo de transporte urbano ferroviário de média capacidade, competindo com o VLT (Veículo Leve sobre Trilhos), VLP (Veículo Leve sobre Pneus) e sistemas BRT em número de passageiros transportados por hora.

2.4.3.1.1 Sistema Aeromóvel do Aeroporto Internacional de Porto Alegre

Um estudo apresentado por Goldner e Nascimento (2014), acerca da demanda de viagens terrestres para o Aeroporto Internacional Salgado Filho, realizado a partir de contagens de usuários no ano de 2012, revelou que 56% das viagens eram realizadas por automóveis particulares, 32% por táxis e 8% por ônibus ou vans. Desta forma, a maior parte das viagens terrestres desde ou até o terminal de passageiros era realizada por automóveis, havendo muito pouca participação do transporte coletivo.

Com o intuito de estimular o uso do transporte público ao acesso ao aeroporto, foi projetada e construída uma linha de Aeromóvel conectando o principal terminal de passageiros do aeroporto até a Estação Aeroporto da TREN SURB, rede de metrô de Porto Alegre. Atualmente, esta linha de APM é a única em operação no país, percorrendo um trajeto de 814 m, tendo início da operação no ano de 2013. A Figura 1 retrata a linha de APM mencionada.

Figura 1 – Aeromóvel de Porto Alegre



Fonte: Portal Copa 2014, 2015

2.4.4 Sistemas APM

Um sistema APM é uma combinação de subsistemas inter-relacionados e componentes concebidos para funcionar como um elemento coeso, fornecendo segurança, confiabilidade e eficiência no transporte de passageiros (LEA e ELLIOTT, 2010).

De acordo com Lea e Elliott (2010), existem seis componentes principais num sistema APM, estando os mesmos descritos à sequência:

- Veículos;
- Via;
- Propulsão e alimentação;
- Comando, controles e comunicação;
- Estações;
- Centro de Manutenção

2.4.4.1 Veículos

Os veículos que utilizam a tecnologia APM são totalmente automatizados, não necessitando da presença de um condutor no veículo. Projetados com o intuito de fornecer conforto e segurança aos usuários, possuem características distintas de acordo com o tipo de tecnologia escolhida. Dentre estas características distintas estão velocidade e capacidade.

O veículo é provavelmente a característica mais visível e reconhecível de um sistema de APM. Os veículos estão disponíveis em diferentes configurações, tamanhos, estilos, cores e tecnologias. Com todas estas variantes, mais uma vez, devem ser utilizados parâmetros de desempenho na escolha do veículo a ser empregado em uma linha (CULVER e NUEVO 2009).

De maneira geral, os veículos APM são tipicamente equipados com sistema de ar condicionado, portas com controle automático, sistema de detecção de incêndio, assentos, sistema de áudio e vídeo pré-programado e interfone de emergência. (LEA e ELLIOTT, 2010).

De acordo com Srivastava e Agrawal (2014), o tamanho do material rodante de um APM pode variar desde muito pequeno até grande, passando dos 100 m e com capacidade superior a 40.000 passageiros por hora.

Dentre as diversas peculiaridades dos diversos modelos de APM, o tipo de elemento rodante é significativa na distinção dos modelos, sendo os mais comuns os de pneu de borracha e com roda de aço.

Figura 2 – APM com rodas de borracha utilizado no Aeroporto Internacional de Washington



Fonte: Curbside Classic, 2015

Figura 3 – APM com rodas de aço utilizado no Air Train de Nova Iorque



Fonte: Railfanwindow, 2015

2.4.4.2 Via

A via do APM refere-se a pista ou outro tipo de superfície de rolamento que suporta e permite a movimentação do veículo, sendo esta de fabricação exclusiva conforme o modelo.

De acordo com Culver e Nuevo (2009), a via não é somente o elemento mais caro na construção de qualquer sistema. Ela também define a rota de serviço para as estações, em torno de restrições geográficas e instalações fixas. O sistema vias inclui as fundações, pilares, vigas, comutadores e outros elementos.

As vias do sistema APM podem ser construídas ao nível do solo, abaixo do nível do solo (túneis) ou acima do nível do solo (elevados). A intensa ocupação nos grandes centros urbanos resulta num desafio aos projetistas de traçado, que muitas vezes devem combinar o traçado do sistema com túneis, elevados e construção ao nível do solo.

Warren e Kunczynski (2000) afirmam que uma vez inexistindo espaço físico no solo, e a construção de túneis representar um custo muito elevado, não existe outra alternativa para a via, a não ser elevada. No que diz respeito à estética, privacidade e custo, as vias elevadas, são provavelmente, o aspecto mais controverso na construção de um APM. No entanto, caso os veículos sejam suficientemente pequenos e a urbanização seja recente, pode-se realizar uma urbanização em conjunto com o APM, minimizando assim, as preocupações descritas.

A via do APM apresenta restrição de rampa de até 1%, em relação ao plano horizontal, para os segmentos onde estarão inseridas as estações. Em outras situações, a via pode apresentar rampas de até 12% em relação ao plano horizontal (SRIVASTAVA e AGRAWAL, 2014). Além de servirem como superfície de rolamento do APM, as vias também podem ser utilizadas para a instalação de trilhos de energia, antenas, comutadores, sistemas de comunicação e passarelas de emergência.

A via elevada do APM pode ser construída em estrutura de concreto armado ou aço, sendo que o tamanho dos pilares, tamanho das vigas e comprimento dos vãos dependem das características do sistema a ser implantado, tais como o peso do trem e o comprimento de vão livre necessário.

Segundo Murillo Jr *et al* (2016) a velocidade e facilidade de construção das vias do APM minimizam a interdição de vias durante a construção.

Figura 4 – APM em via elevada, linha 15 do Metrô de São Paulo



Fonte: Portal Globo, 2015

Figura 5 – APM em via subterrânea, Aeroporto de Barajas, Madri



Fonte: Bombardier, 2015

2.4.4.3 Propulsão e alimentação

O sistema APM é alimentado através de energia elétrica, energia esta que permite a propulsão do veículo sobre a via. O projeto do sistema APM inclui subestações espaçadas ao longo da via, de modo que a energia elétrica possa ser fornecida ao longo de todo o trajeto.

A distribuição de energia elétrica pode ser realizada através de sistema trifásico de tensão contínua ou alternada. A distância entre subestações para sistemas de tensão contínua é limitada em cerca de 610 metros, enquanto nos sistemas de tensão alternada esta distância é limitada em 1.609 metros (SRIVASTA e AGRAWAL, 2014).

Segundo Little e Ross (2013) os veículos APM podem ter propulsão própria ou propulsão por cabos:

- Propulsão própria: O veículo é composto de motor próprio com tração elétrica ou indução linear, alimentados com tensão contínua. Esta tensão varia conforme o modelo, de 750 a 1.300 Volts. Quando alimentados por tensão alternada esta tensão pode ser de 480 a 600 Volts.

- Propulsão por cabos: O veículo utiliza um cabo de aço para puxar os veículos ao longo da via. Os cabos de aço são impulsionados através de um motor elétrico localizado na via.

2.4.4.4 Comando, controles e comunicação

Todo sistema APM inclui comando, controles e comunicação automatizados, de modo que toda a operação do sistema é remota, através de uma central de comando, que é dotada de sistema de rádio para operação e manutenção de todo o sistema, sistemas de câmeras para supervisão visual e linha telefônica para anunciar emergências.

O sistema de controle em trens automatizados é o coração operacional e de segurança de qualquer APM. Sistemas automatizados de operação requerem um sistema ATC (Automatic Train Control) rigorosamente concebida, com os projetos de hardware e software verificados e validados (CULVER e NUEVO, 2009).

Incorvati (2016) afirma que os elementos funcionais de um sistema ATC incluem três subsistemas primários, ATP (Automatic Train Protection), ATO (Automatic Train Operation) e ATS (Automatic Train Supervision). O subsistema ATP é responsável pela proteção contra condições perigosas, tais como excesso de velocidade, espaçamento inadequado entre os trens e obstruções da via. As funções

do subsistema ATO incluem o desenvolvimento da rota, o controle automático da velocidade, a programação de parada nas estações e o controle automático de abertura de portas. Finalmente, o subsistema ATS tem como função o monitoramento do trem ao longo da via, fornecendo parâmetros para programação e ajustes da linha.

Cada sistema de APM apresenta diferentes requerimentos de comando, controles e comunicação em virtude das diferenças entre os modelos. No entanto, todo sistema de controle apresenta a mesma essência, um sistema automatizado de proteção, um sistema automatizado de operação e um sistema automatizado de supervisão do equipamento.

2.4.4.5 Estações

De acordo com Srivastava e Agrawal (2014), as estações de sistemas APM estão localizadas ao longo da guia, de modo semelhante aos sistemas de transportes ferroviários convencionais.

As estações representam a interface entre a área urbana ou comercial adjacente e o APM. As Estações devem ser facilmente acessíveis e limpas, resistente ao vandalismo, e estruturalmente sólidas. Devem ainda estar devidamente iluminadas, e incluírem sinalização que auxilie na utilização dos passageiros (CULVER e NUEVO, 2009).

Para Vuchic (2005) *apud* González (2016), a área de cobertura de uma estação depende de muitos fatores, como a velocidade de acesso ou tipo de serviço. Consideram-se como área de cobertura primária, cinco minutos, e área de cobertura secundária, dez minutos.

De um modo geral, assim como as estações de outros sistemas de transporte ferroviário, as estações de APM são dotadas de infraestrutura básica para acomodar e permitir o acesso e espera da composição, tais como banheiros, bancos de espera, elevadores, escadas e avisos de plataforma. Além da infraestrutura citada, as estações de APM geralmente contam com uma sala onde existe controle, comando e comunicação do sistema.

Além das portas automáticas dos trens, muitas estações de APM contam com portas de plataforma alinhadas com as portas dos trens, cuja operação é realizada em conjunto com as portas do veículo. Estas portas de plataforma criam uma barreira entre a via e os passageiros, promovendo assim, maior segurança aos usuários.

Segundo Lea e Elliott (2010), as plataformas das estações dos APM's devem ser dimensionadas para acomodar a demanda atual e futura, uma vez que se torna difícil e muito caro expandir plataformas das estações já construídas.

Tomando como base o tamanho da estação, juntamente com os parâmetros número de viagens e volume de circulação de pessoas, existem duas configurações básicas para as estações do APM. A primeira configuração considera um fluxo único, onde a estação conta com uma plataforma central de uso exclusivo para embarque de passageiros, sendo que o desembarque é realizado através das plataformas laterais, dispostas junto à guia do APM. Esta configuração pode reduzir tempos de espera, uma vez que as portas da plataforma lateral são abertas em primeiro, e alguns segundos depois, as portas da plataforma de embarque são abertas. A segunda configuração de estação é conhecida como fluxo cruzado, onde existe uma única plataforma de centro ou duas laterais onde embarque e desembarque ocorrem simultaneamente através do mesmo conjunto de portas.

A distância entre as paradas num sistema de transporte é um dos elementos chaves no projeto, sendo um dos principais parâmetros para o êxito do projeto. Ao aumentarmos o número de estações, com menores distâncias entre elas, aumentamos a área de cobertura do sistema. No entanto, esta ação possui um efeito negativo no tempo de viagem, devido ao maior tempo perdido para parada nas estações. Da mesma forma, o aumento do número de estações é um fator negativo para o orçamento de construção e manutenção de projeto (GONZÁLEZ, 2016).

2.4.4.6 Centro de manutenção

Srivastava e Agrawal (2014) consideram o centro de manutenção e as instalações de armazenamento como um elemento chave no sistema APM, que servem como hub para manutenção, armazenamento e funções administrativas. O Centro de manutenção inclui limpeza, lavagem, transporte, recebimento e armazenamento de peças e equipamentos de reposição, fabricação e armazenamento de peças e veículos.

Para os grandes sistemas de APM, o centro de manutenção é, tipicamente, localizado numa instalação fora do traçado de operação do sistema. Já os pequenos sistemas de APM, geralmente, possuem o

centro de manutenção abaixo de uma das estações do traçado (LEA E ELLIOTT, 2010).

Para Murillo Jr *et al* (2016) o tamanho e a localização do centro de manutenção devem estar alinhados com o plano diretor da cidade, uma vez que o centro de manutenção poderá ser transformado em uma estação no futuro.

2.4.5 Uso do APM em aeroportos

Uma significativa contribuição que resultou no melhor aproveitamento dos terrenos dos aeroportos surgiu há 40 anos, o APM, sistema de transporte de passageiro totalmente automatizado que permite o desenvolvimento de terminais remotos e outras facilidades que normalmente seriam muito distantes do terminal principal, permitindo aos passageiros acessar e realizar conexões de maneira mais rápida (LEA E ELLIOT, 2010).

De acordo com Zhang (2016) o sistema APM tem sido amplamente utilizado como um sistema de transporte muito confiável nos aeroportos, onde fornecem ligações eficientes entre o aeroporto e outras instalações. Muitas cidades utilizam o APM como aplicações de transporte de coletivo de alta demanda, no entanto, a difusão da tecnologia APM está associada ao uso em aeroportos.

Utilizado pela primeira vez em um aeroporto em 1971, no Aeroporto Internacional de Tampa, o sistema APM tornou-se uma importante ferramenta para permitir a expansão dos terminais, uma vez que proporciona soluções aos problemas de mobilidade associados aos grandes aeroportos.

Figura 6 – Primeiro APM utilizado em um aeroporto, Aeroporto de Tampa



Fonte: Bombardier, 2015

Nos dias atuais, os aeroportos estão constantemente se esforçando para atender à crescente demanda da maneira mais eficiente possível, sendo a crescente concorrência entre os aeroportos o principal motivo para a implantação de melhorias no aeroporto como um todo. Os grandes aeroportos passaram a ser grandes centros de conexões, não funcionando apenas como origem ou destino das viagens. Desta maneira, a existência de vários destes centros trouxe ao usuário a oportunidade de escolher o aeroporto de conexão, criando assim, concorrência entre os aeroportos.

De acordo com Lin e Trani (2000) se não existissem tecnologias de deslocamento adequadas, os passageiros provavelmente teriam que caminhar distâncias intoleráveis, acarretando num tempo maior de conexão.

Little e Ross (2013) afirmam que o aperfeiçoamento da tecnologia APM nos últimos 40 anos, em termos de velocidade, capacidade e frequência, permitiu o crescimento dos aeroportos em tamanho, e ainda, mantendo os níveis de serviços estipulados para os usuários. Como o volume de passageiros em alguns aeroportos está se

aproximando a 100 milhões de passageiros ao ano, a demanda para este tipo de transporte em aeroportos nunca foi tão grande. Elia e Elliot (2010) apresentam uma relação de sistemas de APM implantados até o ano de 2010 (Quadro 3):

Quadro 3 – Lista de aeroportos que utilizavam a tecnologia APM até o ano de 2010

Aeroporto	Lado aéreo ou lado terrestre	Início das operações
1. Tampa	Lado aéreo	1971
2. Seattle	Lado aéreo	1973
3. Atlanta	Lado aéreo	1980
4. Miami	Lado aéreo	1980
5. Houston	Lado terrestre	1981
6. Orlando	Lado aéreo	1981
7. Las Vegas	Lado aéreo	1985
8. Londres - Gatwick	Lado terrestre	1987
9. Singapura - Changi	Lado aéreo e lado terrestre	1990
10. Tampa	Lado terrestre	1990
11. Londres - Stansted	Lado aéreo	1991
12. Paris - Orly	Lado terrestre	1991
13. Pittsburgh	Lado aéreo	1992
14. Tokyo - Narita	Lado aéreo	1992
15. Chicago	Lado terrestre	1993
16. Cincinnati	Lado aéreo	1994
17. Frankfurt	Lado aéreo	1994
18. Osaka - Kansai	Lado aéreo	1994
19. Denver	Lado aéreo	1995
20. Newark	Lado terrestre	1996
21. Hong Kong	Lado aéreo	1998
22. Kuala Lumpur	Lado aéreo	1998

Fonte: Lea e Elliott, 2010

Quadro 3 – Lista de aeroportos que utilizavam a tecnologia APM até o ano de 2010 (Continuação)

Aeroporto	Lado aéreo ou lado terrestre	Início das operações
23. Houston	Lado aéreo	1999
24. Roma	Lado aéreo	1999
25. Minneapolis/St. Paul	Lado terrestre	2001
26. Detroit	Lado aéreo	2002
27. Dusseldorf	Lado terrestre	2002
28. Minneapolis/St. Paul	Lado aéreo	2002
29. Birmingham (UK)	Lado terrestre	2003
30. Nova Iorque - JFK	Lado terrestre	2003
31. São Francisco	Lado terrestre	2003
32. Taipei	Lado aéreo	2003
33. Zurich	Lado aéreo	2003
34. Dallas/Fort Worth	Lado aéreo	2005
35. Madri	Lado aéreo	2006
36. Toronto	Lado terrestre	2006
37. Cidade do México	Lado aéreo	2007
38. Paris - CDG	Lado aéreo	2007
39. Paris - CDG	Lado terrestre	2007
40. Londres - Heathrow	Lado aéreo	2008
41. Pequim	Lado aéreo	2008
42. Seul - Incheon	Lado aéreo	2008
43. Atlanta	Lado terrestre	2009
44. Washington - Dulles	Lado aéreo	2010

Fonte: Lea e Elliott, 2010

O sistema APM utilizado em aeroportos pode ser utilizado em duas situações, no lado aéreo e no lado terrestre. A descrição sobre a utilização destas situações é mencionada à continuação:

2.4.5.1 Sistemas APM no lado aéreo

Os sistemas de APM no lado aéreo são sistemas cuja utilização restringe-se ao passageiro embarcado. Estes sistemas transportam os passageiros entre portões de embarque ou entre terminais e portões de embarque.

Historicamente, os sistemas de APM no lado aéreo estão se tornando cada vez mais comuns nos principais aeroportos do mundo. Dos vinte maiores aeroportos do mundo em 2001, oito tinham pelo menos um sistema de APM no lado aéreo. Este número aumentou para dez, cinco anos mais tarde, e aumentou para doze até o ano de 2011. (LITTLE e ROSS, 2013).

Lea e Elliott (2010) descrevem duas funções para os sistemas de APM no lado aéreo:

- Conexões terminal-portão de embarque ou conexões de origem/destino: O sistema conecta o terminal de processamento com os portões de embarque, no mesmo prédio ou outras edificações (piers ou satélites). Todos os passageiros são processados no terminal e utilizam o APM para se deslocarem até as proximidades do portão de embarque. Da mesma maneira, passageiros que chegam ao aeroporto utilizam o APM para deslocar-se até o terminal principal para restituir a bagagem e deixar o aeroporto ou para fazer conexão com outro portão de embarque;

- Conexões portão de embarque – portão de embarque: O sistema é utilizado para conexões de diversos portões de embarque quando o aeroporto dispõe de mais de um píer de embarque, proporcionando assim, rápidas conexões, comparando-se a outros métodos de deslocamento, como ônibus ou esteiras.

2.4.5.2 Sistemas APM no lado terrestre

Sistemas de APM no lado terrestre são sistemas cuja utilização ocorre fora da área de embarque do aeroporto. Estes sistemas transportam passageiros entre diversos terminais de processamento e outras edificações.

Lea e Elliott (2010) descrevem duas funções para os sistemas de APM no lado terrestre:

- Circulação terrestre: conecta diversas edificações dos aeroportos, como terminais, estacionamentos e locadora de veículos.

Esse sistema reduz o número de ônibus operando ao longo das vias dos aeroportos, consequentemente elimina o congestionamento e reduz emissões.

- Conexões de trânsito: conecta o terminal do aeroporto com sistemas de transporte externos, como terminais de ônibus, metrô ou trem.

Em algumas situações, o APM do lado terrestre pode abrigar numa mesma linha a função de circulação de trânsito e a função de conexões de trânsito. Em geral, a conexão com terminais de ônibus, metrô ou trem é o ponto mais distante, sendo, portanto, a última parada.

De acordo com Little e Gaffney (2005), não existem dois aeroportos iguais, sendo assim, o tempo apropriado ou nível de serviço para implantar um sistema APM é específico para cada aeroporto. Existem diferentes fatores que potencialmente podem justificar a implantação de um APM num aeroporto, cada fator considerado tem um limite, que uma vez excedido pode justificar a implantação do APM. Os fatores típicos incluem:

- Volume de passageiros e empregados, espaço físico;
- Área de acesso ao terminal;
- Capacidade viária do terminal;
- Proximidade com sistema férreo/metroviário;
- Custos indiretos;
- Distribuição espacial do aeroporto;
- Nível de serviço requerido pelo aeroporto;
- Considerações políticas;
- Concorrência com outros terminais aéreos.

2.4.6 Uso do APM no transporte urbano

A compatibilização entre transporte e espaços públicos tem se tornado um grande desafio para o planejamento dos transportes. Sistemas de alta capacidade de transporte requerem espaços físicos que muitas vezes são inexistentes, ou apresentam grande valor de aquisição, o que muitas vezes, acaba tornando a solução economicamente inviável. Partindo deste princípio, sistemas mais compactos, porém com capacidade de transporte considerável, passaram a ser observados com maior atenção, e com isso, cada vez mais, sistemas de APM são inseridos como elemento de transporte no cenário urbano. Zhang (2016)

afirma que o custo de uma via elevada é geralmente metade do custo de sistemas subterrâneos. Considerando-se linhas com capacidade intermediária, onde não existe número de passageiros suficientes para viabilizar o investimento de uma linha subterrânea, o APM é uma grande alternativa.

O conceito de metrô sem condutor foi apresentado pela Bombardier, na década de 1970, como uma solução de trânsito ferroviária eficiente em termos de custo. A justificativa para o metrô leve automatizado é que ele proporciona uma significativa economia em comparação com os sistemas de metrô pesados, que tipicamente têm trens longos e geralmente envolvem custosos trechos de túneis subterrâneos (ZHANG, 2013).

O aprimoramento da tecnologia APM é um dos feitos mais significativos em tecnologias de trânsito nas últimas décadas, tendo sua utilização comprovada em diversos sistemas já existentes, seja em aeroportos ou centros urbanos. De acordo com Warren (2004), o potencial de um sistema APM para uso público urbano é óbvio. Para tanto, é imprescindível que o entendimento entre a comunidade e os projetistas se dê desde a fase conceitual. Os sistemas APM devem ser planejados em face às necessidades específicas de cada trajeto, não existindo assim, um modelo ideal para diversas cidades. Da mesma maneira, não se podem comparar os custos de implantação do sistema, uma vez que cada linha apresenta diferentes necessidades e características de operação.

Vários sistemas automatizados foram postos em operação nos Estados Unidos antes de 1980 (por exemplo, em aeroportos), dois sistemas automatizados foram colocados em operação no Japão em 1981 (KNT em Kobe, NTS em Osaka, ambas as linhas com 6 quilômetros de extensão, conectando uma ilha artificial com um sistema clássico pesado), mas em 1983, o sistema VAL de Lille foi o primeiro sistema real de metrô urbano no mundo a ser operado sem qualquer agente a bordo (ERBIN & SOULAS, 2003).

A tecnologia APM vem sendo utilizada em linhas troncais de alta capacidade, exemplos do sucesso desta aplicação podem ser encontrados na Linha 4 do Metrô de São Paulo, o *SkyTrain* em Vancouver no Canadá e o Sistema VAL (veículo automatizado leve), em Lille na França. Este último é considerado a linha troncal de alta capacidade, utilizando a tecnologia APM, mais antiga do mundo, tendo início em 1983, com um traçado de 13 km de extensão e 18 estações. O Sistema VAL de Lille foi inicialmente concebido com o intuito de

conectar a cidade antiga, com a nova cidade, onde o novo campus da universidade de Lille seria construído.

Figura 7 – APM VAL, Lille



Fonte: Flickr, 2015

Figura 8 – Sky Train, Vancouver



Fonte: Vibrantvictoria, 2015

A Linha 4 do Metrô de São Paulo, operada pela Concessionária Via Quattro, terá 13 quilômetros de extensão com 11 estações, quando totalmente finalizada, sendo capaz de transportar mais de 1 milhão de passageiros ao dia. Atualmente a linha possui 9 quilômetros de extensão com 6 estações em serviço, transportando 470.000 passageiros por dia (ANDRADE, 2011).

Figura 9 – Linha 4 do Metrô de São Paulo



Fonte: OTM Editora, 2015

O Quadro 4 retrata as cidades que utilizam a tecnologia APM como sistema de transporte urbano:

Quadro 4 – Lista de cidades que utilizam a tecnologia APM como sistema de transporte urbano

Cidade	País	Ano de abertura	Observação	Cidade	País	Ano de abertura	Observação
1. Ancara	Turquia	1997	Linha de metrô	10. Guangzhou	China	2010	Linha de circulação
2. Bangkok	Tailândia	1999	Linha verde - metrô	11. Hong Kong	China	2005	Linha privada - Disneyland Resort
3. Barcelona	Espanha	2009	Linhas L9, L10 e L11 - metrô	12. Jacksonville	Estados Unidos da	1989	Linha de circulação no
4. Brescia	Itália	2012	Linha de metrô	13. Kobe	Japão	1981	2 linhas de metrô
5. Busan	Coreia do Sul	2011	Linha 4 - metrô	14. Kuala Lumpur	Malásia	1996	VLT (Veículo leve sobre trilhos)
6. Copenhague	Dinamarca	2002	Todas as linhas do metrô	15. Las Vegas	Estados Unidos da	2004	Monotrilho
7. Detroit	Estados Unidos da	1987	Linha de circulação no	16. Lausanne	Suíça	2008	Linha M2
8. Dortmund	Alemanha	1984	APM suspenso	17. Lille	França	1983	2 linhas de metrô
9. Dubai	Emirados Árabes Unidos	2009	Linha de metrô	18. Londres	Inglaterra	1987	Linha Docklands

Fonte: Metrobits, 2015

Quadro 4 – Lista de cidades que utilizam a tecnologia APM como sistema de transporte urbano (Continuação)

Cidade	País	Ano de abertura	Observação	Cidade	País	Ano de abertura	Observação
19. Lyon	França	1991	Linha D	29. São Paulo	Brasil	2010	Linha 4 do metrô
20. Miami	Estados Unidos da	1986	Linha de circulação no	30. Cingapura	Cingapura	2003	6 linhas de metrô
21. Milão	Itália	2013	Linha M5	31. Taipé	República da China	1996	Linha de metrô
22. Nagoya	Japão	2005	Tecnologia MAGLEV	32. Tóquio	Japão	1995	Linha de metrô
23. Nuremberg	Alemanha	2008	Linhas U2, U3	33. Toulouse	França	1993	Linha de metrô
24. Oeiras	Portugal	2004	Minimetrô	34. Turim	Itália	2006	Linha de metrô
25. Osaka	Japão	1981	Linha de metrô	35. Uijeongbu	Coreia do Sul	2012	VLТ (Veículo leve sobre trilhos)
26. Paris	França	1998	Linhas 1 e 14	36. Vancouver	Canadá	1986	Maior sistema de APM em operação
27. Perugia	Itália	2008	Minimetrô	37. Yokohama	Japão	1987	VLТ (Veículo leve sobre trilhos)
28. Rennes	França	2002	Linha de metrô				

Fonte: Metrobits, 2015

De acordo com Malla (2011) existem dois fatores chaves que proporcionaram o aumento da capacidade de transporte nas operações automatizadas:

- A possibilidade de diminuir o intervalo dos trens;
- Flexibilidade operacional.

Embora o impacto de intervalos mais curtos seja um benefício óbvio, a flexibilidade operacional também tem um grande potencial em termos de aumento da capacidade de transporte. Deve-se ressaltar que a melhoria da capacidade é advinda da segurança operacional encontrada num sistema automatizado (MALLA, 2011).

Os sistemas de metrô automatizados apresentam uma série de vantagens, se comparado, ao sistema de metrô convencional, com operador. Dentre estas vantagens, podemos citar:

- Redução de equipe: uma vez que o sistema funciona automatizado, existe uma redução significativa do número de pessoal necessário para a operação do sistema, o que proporciona uma economia considerável;

- Menores intervalos: os sistemas de sinalização para linhas automatizadas proporcionam maior precisão para a localização das composições, combinando esta informação com os dados do centro de controle (velocidade, precisão, espaçamentos, etc.) é possível reduzir o intervalo entre composições de maneira segura;

- Ajuste de frequências: o ajuste de frequências pode ser realizado de maneira rápida, desta maneira é possível suprir a demanda súbita, sem necessidade de aumento no quadro de funcionários. O ajuste da demanda é muito utilizado na saída de eventos esportivos ou espetáculos, onde existe uma grande demanda para um período relativamente curto;

- Detecção de intrusos: a automatização da operação exige a aplicação de uma série de sensores ao longo de todo o traçado. Desta maneira, qualquer movimentação não usual é identificada na central de controle, o que proporciona uma maior segurança aos usuários do sistema;

- Manobra de giro: O tempo de giro da composição é extremamente curto se comparado aos modelos não automatizados. Essa economia do tempo da manobra de giro contribui para a redução do número de composições necessárias para a operação do sistema;

- Economia de energia: sistemas automatizados operam numa especificação ideal de alimentação, economizando energia.

Os sistemas APM podem ser empregados em praticamente todas as demanda urbanas existentes, uma vez que existem diferentes opções no mercado que atendem desde pequenos volumes de passageiros até o transporte coletivo de alta capacidade. Ajustando-se as necessidades de cada cidade, os sistemas APM podem apresentar diferentes características, no entanto, todos proporcionam um alto nível de conforto e segurança aos usuários.

2.4.7 Capacidade e investimento

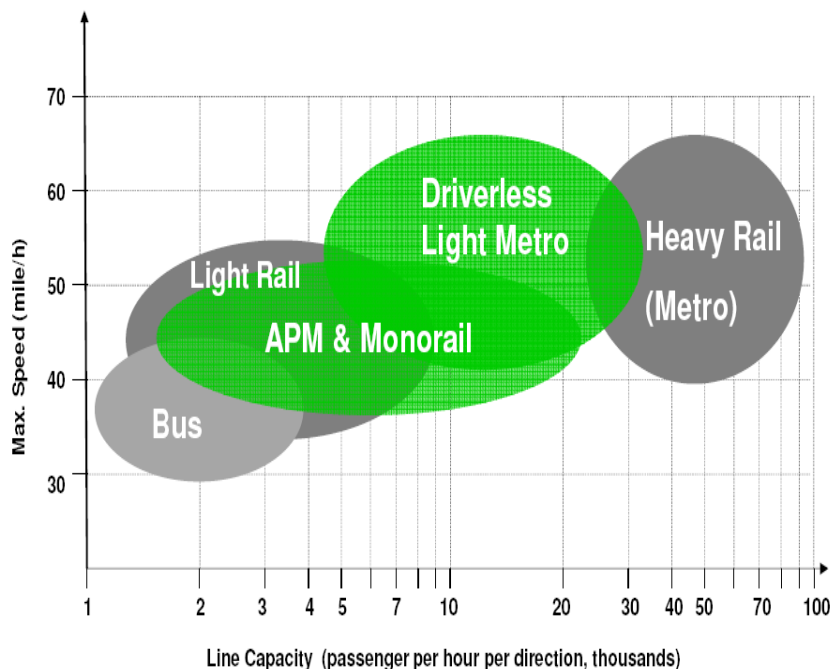
Vários aspectos no planejamento de uma linha de APM, como a escolha do traçado, o tipo de material rodante, a extensão da linha, planos de expansão da linha e o tipo de financiamento, tem impacto direto nos custos de implantação, operação e consumo de energia. Nos dias atuais, existem vários modelos de APM disponíveis no mercado, cada um com suas características individuais, possibilitando assim, a escolha de um modelo que apresente a melhor relação custo benefício para a implantação de um sistema (ZHANG, 2013).

Davis *et al* (2013) afirmam que o cálculo da capacidade em sistemas de transporte é um processo importante e necessário para determinar se um sistema proposto atende aos requisitos relacionados ao projeto relacionados com a demanda de passageiros. A análise e o cálculo devem considerar muitos fatores que influenciam a capacidade de passageiros definitiva de um sistema de transporte, tais como distância segura de separação, intervalo operacional, velocidade média dos veículos, sistemas de controle, alinhamentos da via, critérios de conforto, tempo de espera, e modo de operação do sistema.

De acordo com Zhang (2016) existe uma série de tecnologias de transporte de alta capacidade disponíveis no mercado, dentre eles, ônibus, VLT, APM, monotrilho, metrô leve e metrô pesado, onde cada tecnologia possui uma aplicação otimizada conforme a demanda.

A figura exposta à continuação estabelece uma relação entre a velocidade máxima, em milhas/hora, e a capacidade da linha por hora por sentido, em milhares de passageiros, para utilização de diferentes tecnologias de transporte de alta demanda, sendo esta figura, resultado de estudos realizados pela companhia BOMBARDIER.

Figura 10 – Tecnologias de transporte de massa e aplicação



Fonte: Bombardier *apud* Zhang, 2015

Analisando esta figura, observa-se que a empregabilidade da tecnologia APM preenche o intervalo entre os ônibus e o metrô pesado, sendo então, propício para linhas com média capacidade.

É importante a realização de um estudo de demanda eficiente para o planejamento de qualquer linha de APM. Esta demanda apontada permitirá ao idealizador confrontar os custos operacionais e de implantação com a receita a ser arrecadada, proporcionando assim, uma análise de viabilidade para o sistema.

Gosling (2016) analisou dois projetos de APM que conectavam o terminal aeroportuário com estações de integração com outros meios de transporte, sendo um destes em Miami e o outro em Oakland. Embora os projetos fossem bem diferentes, foi observada a necessidade de assessoria para a captação de financiamento, uma vez que pelo porte dos investimentos foi necessário mais de um órgão de financiamento.

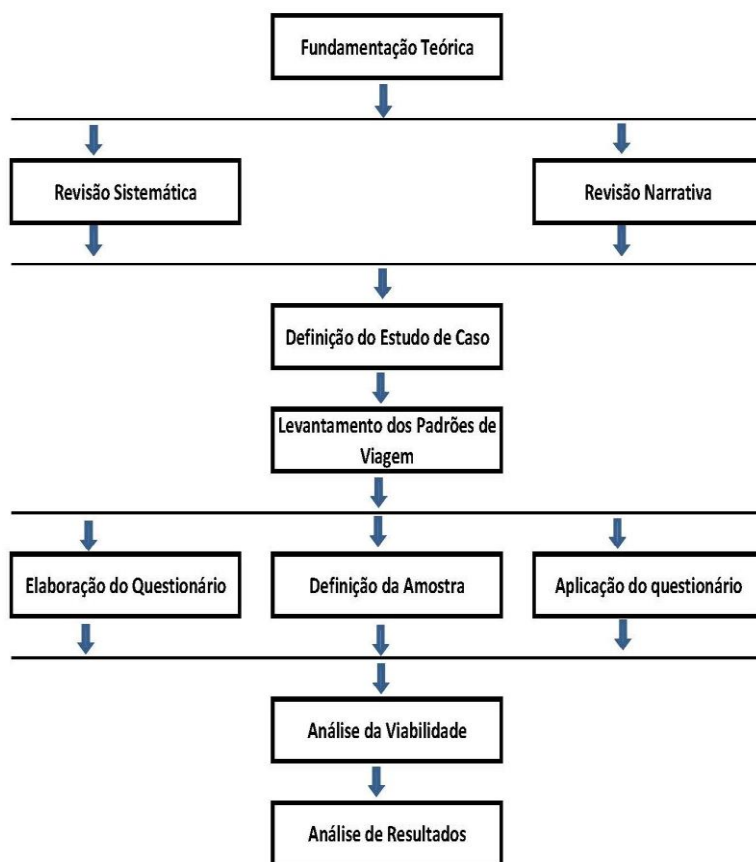
Uma vez que linhas de APM requerem uma quantidade de investimento substancial é necessário um estudo de captação de

financiamento antes de dar início às obras, estabelecendo-se um cronograma definido para o fluxo de caixa até o final da fase de construção e implantação.

3 MÉTODO

O presente capítulo tem como objetivo estabelecer o procedimento a ser utilizado para a elaboração da pesquisa da dissertação, estruturando assim, as etapas de trabalho. O fluxograma da Figura 11 exibe o método proposto:

Figura 11 – Fluxograma representando a metodologia do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as etapas propostas no método, a etapa análise de viabilidade apresenta uma série de procedimentos a serem realizados, desta forma, decidiu-se por apresentar esta em um fluxograma complementar à metodologia de trabalho, sendo o mesmo exposto na Figura 12:

Figura 12 – Fluxograma representando a etapa de análise de viabilidade



Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica consiste na sustentação bibliográfica da dissertação a ser desenvolvida. Desta forma, faz-se necessário a realização de uma pesquisa abrangente sobre o tema escolhido, permitindo assim, conhecer os estudos já desenvolvidos por outros

autores, para que assim estes estudos possam contribuir no desenvolvimento deste trabalho.

Esta fundamentação foi composta por duas etapas, a revisão sistemática e a revisão narrativa.

3.2 DEFINIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Antes de proceder com o estudo de caso, é necessário estabelecer o local onde o mesmo será realizado, afim de que seja possível assimilar características do aeroporto, cidade e região antes de terem início os estudos, permitindo um melhor entendimento e consequente adaptação ao método proposto.

3.3 LEVANTAMENTO DOS PADRÕES DE VIAGENS

Como terceiro passo deste método, é preciso determinar o padrão de viagens dos usuários do aeroporto objeto. O padrão de viagens dos usuários do aeroporto é definido através de entrevistas que objetivam indicar o perfil do usuário do aeroporto, bem como a origem e destino das viagens terrestres, sendo estes revelados através do uso de uma amostra estatística.

O levantamento dos padrões de viagens proposto deve ser consolidado considerando-se três parâmetros:

- Elaboração do questionário;
- Definição do tamanho da amostra de questionários;
- Aplicação do questionário aos usuários do aeroporto.

À continuação, faz-se uma descrição detalhada de cada um destes parâmetros.

3.3.1 Elaboração do questionário

De forma que se possa conhecer, em detalhes, o padrão de viagens dos usuários que utilizam o aeroporto, é imprescindível a realização de entrevistas destes usuários, através de um questionário. O questionário utilizado deverá conter todas as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto, podendo o mesmo ser adaptado a situações particulares de alguns aeroportos.

Como o método em questão tem como objetivo indicar a demanda transferida de distintos modos de transporte para a linha de APM proposta, além de identificar o fluxo dos usuários do aeroporto, com o intuito de determinar o traçado mais atrativo, é necessário que este questionário conste, no mínimo, das seguintes informações:

- Identificação do tipo de usuário: como no aeroporto existe uma diversa gama de usuários além dos passageiros (embarcando e desembarcando), tais como acompanhantes de passageiros, tripulantes, funcionários do aeroporto, funcionários das companhias aéreas, visitantes, entre outros, torna-se muito importante a identificação destes usuários, uma vez que esta permitirá estabelecer a taxa de aceitação do uso da linha, que quando confrontada à demanda, permitirá identificar o volume de usuários para a linha de APM proposta;

- Número de acompanhantes: esta informação permitirá estabelecer um percentual do número de pessoas que acompanhará o passageiro da origem até o aeroporto ou desde o aeroporto até o destino final;

- Endereço de origem ou destino da viagem terrestre: imprescindível para a verificação das regiões com maior atratividade para viagem. Permite a identificação de trajetos comuns para distintos destinos, parâmetro que pode ser utilizado para a definição do traçado da via do APM.

- Breve conceito de APM e imagem de sistema: como o conceito do sistema de transporte do tipo APM não é habitual, antes de indagar os usuários sobre a utilização deste sistema, torna-se imprescindível a descrição e apresentação deste sistema, podendo o mesmo ser realizado através de uma imagem e uma breve descrição;

- Mapa do traçado do APM: permite ao usuário identificar o percurso, o que consequentemente permite maior entendimento sobre a proposta;

- Questionamento sobre a utilização da linha do APM: perguntar ao usuário se o mesmo estaria disposto a trocar seu meio de transporte habitual pela linha de APM até um centro de conexões, mesmo que para isso, fosse necessária a combinação com outro sistema de transporte. Este questionamento é a principal pergunta neste questionário, uma vez que é a pergunta chave para determinarmos a taxa de aceitação e, consequentemente, a futura demanda da linha;

- Valor da tarifa: caso o usuário aceite utilizar a linha de “APM” proposta, deverão ser apresentados diversos faixas de tarifas

para a linha, devendo o mesmo apontar a faixa máxima que o usuário estaria disposto a pagar. Esta informação é necessária para o estudo de viabilidade da linha, onde serão confrontados os custos de implantação e manutenção, com os ingressos, verificando-se assim, a viabilidade da linha.

Os questionamentos apresentados são os mínimos para a utilização deste método, não obstante, o acréscimo de alguns questionamentos pode conferir maior segurança ao método, além de identificar situações específicas que permitam o melhor entendimento do tipo de usuários, e que consequentemente permite a inclusão de correções no sistema proposto, gerando maior atratividade ao usuário. Dentre os questionamentos extras, destacamos:

- Sexo do usuário: permite identificar o nível de aceitação em função do sexo, informação esta que propicia uma melhora do produto ou eventual ajuste, caso venha ser identificado uma diferença de aceitação entre os sexos;
- Faixa de renda: facilita o entendimento da adesão conforme às faixas de renda, possibilitando ajustes;
- Idade e escolaridade: propicia avaliar a aceitação através de faixas etárias e níveis de instrução;
- Tipo de voo: concede informações a respeito da aceitação de passageiros oriundos de voos nacionais e internacionais;
- Propósito da viagem: dispor no questionário diversos propósitos de viagens, tais como negócios, trabalho, estudo, convenção, visita de familiares... Estes parâmetros permitem identificar o nível de aceitação conforme o propósito da viagem;
- De onde veio, ou aonde pretende ir: acrescentar opções de destinos ou origem como residência, hotel, trabalho;
- Com qual meio de transporte chegou ou pretende sair do aeroporto: incluir no questionário as opções automóvel (condutor), automóvel (carona), van ou micro-ônibus, ônibus regular, ônibus executivo, motocicleta (condutor), motocicleta (carona), bicicleta e a pé.

A inclusão destes parâmetros extras ao questionário deverá ser proposta face às necessidades e expectativas de cada linha, sendo elementos extras que propiciam um melhor entendimento da situação.

3.3.2 Definição do tamanho da amostra

A equação para a determinação do tamanho da amostra para uma estimativa confiável da proporção populacional é dada por:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{E^2} \quad (1)$$

Onde:

- n = número de indivíduos da amostra;
- $Z_{\alpha/2}$ = valor crítico que corresponde o grau de confiança desejado;
- p = proporção populacional de indivíduos que pertence à categoria para qual desejamos estudar;
- q = proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria cujo existe interesse em estudar ($q = 1 - p$)
- E = margem de erro ou erro máximo da estimativa

De acordo com Levine (2000) quando não se conhece os valores de p e q, substituem-se os mesmos por 0,5, resultando na seguinte equação:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot 0,25}{E^2} \quad (2)$$

Para a aplicação do método proposto recomenda-se um nível de confiança igual a 95%, $Z_{\alpha/2}$ é de 1,96, com erro máximo de 5%, sempre que possível. Desta forma, determinamos o número de entrevistas necessárias através da aplicação da equação N°2.

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,25}{0,05^2} = 384,2$$

3.3.3 Aplicação do questionário

Antes de se aplicar o questionário no aeroporto escolhido, é fundamental entender o funcionamento e as principais características do mesmo, de modo que possam ser assimiladas as particularidades de cada um. Este entendimento visa à realização da pesquisa em dias típicos de movimentação, onde não ocorra um aumento ou decréscimo do número de passageiros, e consequentemente, possa fornecer dados confiáveis para o uso do método.

Dentre as características imprescindíveis para entendimento, antes da aplicação do questionário está a movimentação do aeroporto, para qual são necessários observar os padrões diários, semanais, mensais e de sazonalidade de estações. A distribuição do número de passageiros não é uniforme em um aeroporto. Existem horários de pico, dias de maior movimentação, assim como meses onde a demanda é maior.

No caso de cidades onde exista uma alta temporada, verão ou inverno, não poderão ser colhidos dados de pesquisa neste período, uma vez que estes dados não representam as condições normais de movimentação. Da mesma forma, não deverá ser considerada a aplicação dos questionários em períodos de feriados ou eventos importantes, bem como vésperas e dias posteriores, onde potencialmente agrega-se um maior número de passageiros.

Para os aeroportos localizados em grandes centros urbanos, deverá ser analisada a atratividade destes centros para todos os dias da semana, já que muitos centros urbanos recebem uma grande quantidade de pessoas durante os dias úteis da semana, em decorrência de viagens a trabalho. Neste tipo de ocasião, o movimento durante os dias de final de semana é drasticamente reduzido, já os dias de segunda-feira e sexta-feira recebem uma movimentação superior aos demais dias da semana, em virtude da chegada e saída dos profissionais na cidade. Isto posto, em centros urbanos cuja atratividade seja predominante nos dias de semana, a realização da pesquisa dar-se-á nos dias de terça-feira, quarta-feira e quinta-feira.

Referindo-se à movimentação diária de passageiros, as entrevistas devem ser efetivadas em todos os períodos do dia, abrangendo a maior quantidade de horários possíveis.

Tratando-se de aeroportos que funcionam como pontos de conexão entre voos, as entrevistas não poderão ser realizadas dentro da área de embarque do aeroporto, e sim, exclusivamente no saguão. Esta medida tem como princípio evitar usuários que usem o aeroporto apenas como conexão, não conhecendo as condições existentes para o acesso e saída do aeroporto, possam fazer parte da amostra.

A realização das entrevistas deve-se dar no saguão do aeroporto, de maneira uniforme entre toda a área de livre acesso do terminal. Na existência de vários terminais, é preciso checar informações sobre a movimentação em cada um destes, onde ocorrendo uma diferença de movimentação significativa entre os mesmos, terá que ser aplicada uma proporção do número de entrevistas perante a movimentação de cada terminal.

Na existência de mais de um portão de embarque/desembarque, todos estes precisam ser pesquisados, estabelecendo-se um critério de equidade entre o número de amostras em cada portão.

No que diz respeito a programação da pesquisa, é imprescindível a comunicação prévia da pesquisa ao operador do aeroporto, que permitir a realização no aeroporto e poderá vir a restringir o intervalo e locais de realização da mesma. Desta forma, é essencial realizar uma boa apresentação dos objetivos da pesquisa, relatando as necessidades e limitações da amostra que se pretende levantar.

Os entrevistadores deverão receber treinamento prévio, objetivando uma abordagem padrão a todos os usuários, além de prover conhecimento para esclarecer dúvidas por parte dos entrevistados.

O questionário deverá estar finalizado no dia das entrevistas, não sendo permitida a inclusão de qualquer outro dado por parte dos entrevistadores após esta data.

3.4 ANÁLISE DA VIABILIDADE

O estudo da análise da viabilidade é a etapa do método que permite avaliar a viabilidade da implantação da linha do APM proposta, esta etapa é dotada de vários passos, sendo os mesmos discutidos à continuação.

3.4.1 Definição do traçado e local de integração

Antes de iniciar qualquer estudo de traçado e definição de local para terminal de integração, é fundamental entender como se comporta a região/cidade atendida pelo aeroporto em questão. Este entendimento vai além das vias de acesso até o aeroporto, mas deve abordar questões culturais, econômicas, geográficas, principais polos geradores de viagens e os meios de transporte existentes e utilizados para acesso ou egresso do aeroporto.

É preciso entender todo o sistema viário e acessos até o aeroporto, de maneira que sejam observadas as principais carências, seja pela qualidade do serviço, pelo tempo de deslocamento ou pela quantidade de integrações. Um traçado de APM só é vantajoso a partir do momento que o mesmo é melhor se comparado aos sistemas atuais, tomando-se em conta o conforto, a atratividade e principalmente o tempo de percurso.

Em primeiro plano é fundamental determinar o limite de abrangência territorial para os prováveis usuários do APM. Este limite pode ser instituído a partir do limite de abrangência da rede de transporte metropolitana existente, ou reduzida até uma determinada área de interesse específico, proposta em face de interesses políticos ou viabilidade. Desta forma, como primeiro passo, é preciso definir em mapa, a área de amplitude para os usuários que utilizariam a linha do APM, logo, realizam-se subdivisões neste mapa, de modo a agrupar as diferentes origens e destinos encontrados.

De posse dos dados de origem e destino, acerca das viagens terrestres dos usuários desde o aeroporto ou até o aeroporto, classificam-se os resultados em função das diferentes subdivisões propostas no mapa. Este procedimento permite observar as regiões que apresentam o maior número de viagens. Quando o destino ou origem estiver fora da área de abrangência proposta, o mesmo será classificado na subdivisão mais próxima do destino ou origem.

Após classificar as viagens dos usuários em função das subdivisões propostas no mapa, verifica-se a existência de trajetos comuns acerca das regiões que apresentaram as maiores demandas. Estes percursos comuns deverão ser identificados como um possível traçado para a linha do APM, uma vez que usuários que se dirigem a diversas localidades podem compartilhar parte do trajeto, sendo direcionados até um ponto em comum, terminal de integração, onde fosse possível aceder a distintas conexões que os permitissem alcançar a

origem ou destino selecionados, porém, com ganho de tempo em decorrência das características do APM.

Assim sendo, o traçado escolhido e o local de integração deverão contemplar o maior número de conexões possíveis, desde que o sistema continue atrativo aos usuários, estabelecendo como principal parâmetro para a atratividade dos usuários, o tempo de viagem.

Como o objetivo do método proposto é a integração de usuários desde\até o aeroporto, o terminal de conexões precisará permitir com o maior número de integrações possíveis, seja através de linhas férreas, linhas de ônibus, linhas de ônibus interestaduais e internacionais, táxis, e, sobretudo, na medida do possível, permitir a integração de automóveis particulares, motocicletas e bicicletas através do sistema *park and ride*.

Definido o traçado e local de integração, em função de posição que permita o maior número de integrações possíveis, analisam-se as condições do traçado para a implantação do APM, seguindo critérios técnicos que condicionem a viabilidade do empreendimento, dentre estes critérios, destaca-se.

- Capacidade de suporte do solo: deverão ser realizados\analisados investigações geotécnicas de modo que permita verificar as condições de suporte do solo para todo o traçado proposto, observando-se os custos para construção das fundações. Ajustes de traçados que permitam encontrar solos com maior capacidade podem representar um grande ganho na viabilidade do projeto;

- Desapropriações: o traçado terá que se desenvolver, no máximo possível dentro de terrenos públicos, evitando-se desapropriações. Quando necessárias, as desapropriações devem ter custo estimado em função de análise de mercado, sendo considerada na composição do orçamento para o empreendimento;

- Desenvolvimento do traçado: poderá ser ao nível do solo, elevado e subterrâneo, sendo o desenvolvimento de traçado ao nível do solo a opção mais econômica. A análise deste item leva em consideração a combinação com os critérios de capacidade de suporte do solo e desapropriações;

- Material rodante: como existem diversos tipos de APM, a escolha do material rodante influencia em muitos fatores, como a capacidade de suporte das estruturas, imposições geométricas de traçado e consumo de energia elétrica;

- Questão ambiental: imposições de áreas de preservação ou de zoneamento urbano podem inviabilizar parte do traçado. No entanto, deve-se considerar esta questão na definição do traçado.

Uma vez definidas todas as questões referentes ao traçado e local de integração, é preciso determinar o índice de atratividade da linha, ou seja, a proporção de usuários da amostra, em relação à amostra total, que apresentam trajeto de origem ou destino compatível com o traçado da linha.

Existem outros fatores adicionais que podem ser considerados, de acordo com as características da região e do sistema de APM que se deseja implantar, cabendo a cada localidade fazer um ajuste de critérios técnicos para o trajeto proposto.

Levando-se em conta a viabilidade do empreendimento, o melhor traçado é aquele que apresenta maior atratividade aos usuários, permitindo o maior número de conexões possíveis, porém aliado aos menores custos de implantação possíveis.

3.4.2 Definição do índice de aceitação do APM

De maneira que seja possível determinar o nível de aceitação da ligação Aeroporto – Centro de Conexões é necessário realizar uma pesquisa, através de entrevistas efetuadas junto aos usuários do aeroporto. Esta pesquisa de aceitação deve ser incorporada ao questionário de origem e destino, à vista disso, todas as informações envolvendo os usuários do aeroporto, devem ser colhidas de uma única vez.

Como o conceito de APM é pouco conhecido pelas pessoas leigas, a pergunta sobre a aceitação do uso do sistema de transporte deve ser precedida de um breve conceito sobre o sistema, além da apresentação de uma imagem que ilustre um modelo de sistema APM.

O questionamento sobre a utilização do sistema APM deve enfatizar se o usuário estaria disposto a pagar tarifa e a trocar seu meio de transporte habitual por uma ligação direta entre o aeroporto e um centro de conexões, mesmo que o usuário tivesse que realizar uma combinação de modalidades de transporte para chegar a seu destino final ou no aeroporto. As opções de resposta para o usuário devem contar com as seguintes alternativas:

- Certamente usaria: considera-se que 100% das pessoas que responderam desta maneira utilizariam o sistema;

- Provavelmente usaria: julga-se que 75% das pessoas que assim responderam seriam usuários do sistema;

- Indiferente: pondera-se que o usuário que responda desta maneira possa ser um usuário ou não, todavia, para efeitos deste método considerasse que 50% dos usuários que responderam desta maneira fariam uso do sistema;

- Provavelmente não usaria: presume-se que 25% das pessoas que responderam desta maneira, utilizariam o sistema;

- Certamente não usaria: julga-se que 0% dos usuários, que desta maneira responderam, fariam uso do sistema. Caso queira-se entender a fundo, o porquê de o usuário negar-se por completo a utilizar o sistema de APM pode-se incluir o porquê na indagação, deixando espaço no questionário para o preenchimento da resposta.

O critério de percentuais adotados para a utilização da linha de APM baseou-se no fato de que as palavras certamente correspondem aos extremos (100% de utilização ou 0% de utilização), a palavra indiferente representa o ponto médio (50% de utilização) e as palavras provavelmente representam o intervalo entre os extremos e o ponto médio, sendo então adotados os coeficientes de aceitação de 75% e 25%.

Realiza-se a compilação dos mesmos conforme a descrição acima, obtendo um coeficiente de aceitação global para três tipos de usuários do aeroporto:

- Passageiros do aeroporto;
- Acompanhantes de passageiros;
- Funcionários de companhias aéreas e do aeroporto.

Após a definição do traçado é necessário excluir os resultados espúrios, ou seja, as entrevistas que não representam a realidade. Devem ser considerados como dados espúrios todas as entrevistas realizadas com usuários que tenham como origem ou destino um endereço cuja localização não seja compatível com o uso da linha do APM.

Se for de desejo um melhor entendimento dos usuários, pode-se combinar o índice de aceitação do sistema de APM com os outros parâmetros da pesquisa, como grau de instrução, sexo, propósito da viagem, entre outros.

Para maior confiabilidade dos resultados é recomendável a realização de um questionário utilizando preferência declarada e não preferência revelada. A adoção deste tipo de questionário exige maior complexidade na elaboração e no processamento de dados, tornando o processo mais sofisticado.

3.4.3 Definição do período de análise da linha do APM

Antes de discorrer sobre a demanda de passageiros é preciso determinar o período de análise do projeto, onde deve ser estabelecido um cronograma anual para a elaboração dos projetos, início e final das obras, início e final do período de operação considerado.

3.4.4 Previsão da demanda

A demanda deve ser calculada frente a um horizonte de tempo, que permita diluir os custos de implantação e gerar rentabilidade. Este horizonte é apurado junto com a viabilidade do empreendimento, onde os investidores devem discernir sobre o tempo de retorno almejado para o investimento. Projetos de grande porte possuem a viabilidade alcançada após muitos anos de operação, em alguns casos, superior a 20 anos. Assim sendo, o presente método não fixa um prazo para a viabilidade do empreendimento, sendo este prazo um parâmetro a ser definido pelo técnico que utilizar o método proposto.

Antes de realizarmos qualquer tipo de previsão de demanda para a linha de APM proposta, é preciso entender quais seriam os possíveis usuários para a linha proposta. Verificando tal condição observa-se a existência de três grupos de pessoas que poderiam vir a ser seus usuários.

3.4.4.1 Passageiros do aeroporto

O número de passageiros de um aeroporto é divulgado por meio de estatísticas oficiais do operador. No caso brasileiro, muitos aeroportos são administrados pela INFRAERO (Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária), sendo estes dados divulgados na *home page* do órgão. Nos últimos anos, os principais aeroportos brasileiros estão sendo concedidos à iniciativa privada, deixando de ser administrados pela INFRAERO. No entanto, estas concessões também divulgam os dados alusivos à movimentação de passageiros.

Nos dados referentes à movimentação de cada aeroporto, divulgado pelo operador, são apresentados dados em relação a movimentação anual, mensal e até mesmo diária. Além destes dados, são expostas taxas de crescimento, bem como outros dados pertinentes a movimentação do aeroporto. As concessões de aeroportos no Brasil propiciaram uma série de estudos sobre os aeroportos. Muitos destes contam com um estudo detalhado sobre a demanda futura, onde são apresentadas demandas anuais em face de cenários futuros.

Definindo-se o horizonte da demanda, verificam-se os dados existentes sobre a demanda de passageiros para o aeroporto escolhido. Caso não exista um estudo específico que aponte a demanda até o ano objetivo, considera-se a última movimentação anual e aplica-se uma taxa de crescimento até lá. Esta taxa poderá ser estimada através de análise da evolução histórica do aeroporto nos últimos anos, ou por meio de um estudo específico que possa fornecer uma taxa de crescimento apropriada. Quando existir um estudo específico que reflita a demanda de passageiros para um horizonte além do objetivo, deve-se analisar o estudo e verificar as taxas de crescimento para cada ano, determinando-se assim, a demanda para o ano de interesse.

Estabelecida a demanda de passageiros anual até o ano objetivo, multiplica-se o índice de atratividade da linha, o resultado anual e o índice de aceitação estabelecido para os passageiros do aeroporto, obtendo-se assim, a demanda anual de passageiros que utilizariam a linha de APM proposta, até o ano último do exercício da viabilidade proposta.

3.4.4.2 Acompanhantes de passageiros

No que diz respeito ao número de acompanhantes de passageiros, utiliza-se a pesquisa para determinar o número de acompanhantes médio por passageiro, logo, multiplica-se o índice de atratividade da linha, a demanda total de passageiros, o número médio de acompanhantes por passageiro, o número 2 (ida e volta) e o fator de aceitação destes acompanhantes em relação ao uso da linha. Este procedimento é repetido até que seja atingido o ano alvo.

3.4.4.3 Funcionários de companhias aéreas e do aeroporto

Os funcionários de companhias aéreas e do aeroporto caracterizam-se por serem usuários que repetem a jornada diariamente,

por conseguinte, tem-se que transformar este número fixo e repetitivo em valores absolutos até o fim do horizonte previsto. Para tanto, deve-se realizar uma consulta ao aeroporto, determinando-se o número oficial de funcionários. Deste número aplica-se uma taxa de crescimento até o final do ano objetivo. A taxa de crescimento média pode ser determinada em função do histórico anual do número de funcionários de companhias aéreas e do aeroporto. Caso este histórico não exista, pode-se utilizar a taxa de crescimento anual de passageiros como parâmetro da taxa de crescimento anual do número de funcionários de companhias aéreas e do aeroporto até o ano objetivo. No entanto, a utilização deste parâmetro é passível de erro, já que não é possível comprovar que a taxa de crescimento anual de passageiros seja compatível com a taxa de crescimento anual do número de funcionários de companhias aéreas e do aeroporto.

De posse desta progressão anual, considera-se que cada funcionário trabalhe 6 dias da semana, ao longo de 335 dias, assim sendo, cada funcionaria trabalharia 287 dias em um ano. Desse modo, o volume anual de passageiros deve ser determinado para cada ano, através da multiplicação entre o número de funcionários no ano por 287 dias, o número 2 (número de viagens ao dia) e o índice de aceitação desta categoria, obtido através da pesquisa.

Como o volume de funcionários de companhias aéreas e do aeroporto é muito menor que o volume de passageiros, a proporcionalidade adotada para o crescimento deste grupo, não afetará na representatividade do método proposto.

3.4.5 Estudo de viabilidade

O estudo de viabilidade para a implantação da linha proposta consiste na análise da diferença entre o valor arrecadado e o valor investido, para um tempo de retorno específico, determinado de acordo com as expectativas do investidor. Desta forma, é importante elencar todos os itens a serem considerados para valores arrecadados, valores investidos e retorno de capital.

3.4.5.1 Arrecadação

A arrecadação do sistema de APM proposto está diretamente relacionada a dois fatores, o valor da tarifa e a demanda de passageiros.

3.4.5.1.1 Valor da Tarifa

No que diz respeito ao valor da tarifa, é importante saber o quanto o usuário estaria disposto a pagar, pois se pode ter um produto excelente, porém, pouco atrativo aos usuários. Posto isto, propõe-se a inclusão de um questionamento sobre o valor da tarifa, realizado no mesmo questionário para os demais itens já apresentados. A pergunta dirigida ao usuário deve indagar a faixa de tarifa máxima que ele estaria disposto a pagar para utilizar o sistema. As faixas de tarifa propostas devem oscilar entre o valor do transporte coletivo atual, para a realização do mesmo trajeto, e a metade do valor de uma corrida de táxi, também para o mesmo trajeto, já que valores superiores não proporcionam atratividade.

Após a definição do traçado da linha devem ser desconsideradas as respostas dos usuários da amostra cujo endereço de origem ou destino seja incompatível com a linha do APM, sendo considerados estes como dados espúrios.

O valor de tarifa a ser empregada corresponde ao resultado da média ponderada de todas as faixas pesquisadas, considerando-se o valor médio de cada intervalo.

A tarifa que os usuários estariam dispostos a pagar também pode ser obtida através de uma pesquisa de preferência declarada, sendo o resultado determinado após o processamento dos dados.

O valor da tarifa determinado corresponde aos dias atuais. Desta forma, de modo a estabelecer um equilíbrio financeiro considera-se um ajuste anual da tarifa, sendo este igual ao índice anual de reajuste das tarifas previsto nos contratos de transporte coletivo vigentes nas cidades ou regiões onde o sistema APM for construído, desde que o sistema não possua subsídio. Como a maior parte das cidades brasileiras fornecem subsídios ao transporte coletivo, é muito difícil avaliar a progressão da tarifa nestas cidades, já que são verificadas práticas de aumento de subsídio para diminuir o aumento da tarifa aos usuários. De certa forma, o aumento das tarifas do transporte coletivo no Brasil transformou-se em uma questão política, sendo muito difícil estabelecer um critério técnico para o ajuste do transporte coletivo.

Verificando todas estas questões, sugere-se que a índice de reajuste anual utilizado seja determinado através de um estudo particular, em face ao tipo de operação do sistema, e análise jurídica dos dispositivos legais vigentes.

Caso não se consiga qualquer dado que permita a utilização de um coeficiente de ajuste anual confiável, recomenda-se a utilização da projeção oficial da inflação até o período final da análise. Quando verificada a inexistência de projeções oficiais de inflação, utiliza-se uma média da inflação para um período de pelo menos 10 anos, devendo este então ser considerado como o índice de reajuste anual até o final do período. Para o caso de países com instabilidade econômica observada nos últimos anos, onde é difícil apontar credibilidade para qualquer projeção econômica, sugere-se a adoção de valores atuais para todo o período de análise.

3.4.5.1.2 Demanda de passageiros

O cálculo para a determinação da demanda de passageiros foi apresentado no item 3.4.4, onde se determina a demanda de passageiros para um horizonte de projeto, em função de um coeficiente de aceitação, determinado através de uma pesquisa, e projeções sobre a demanda do número de passageiros, acompanhantes de passageiros e funcionários do aeroporto e companhias aéreas, fornecendo assim, um número de usuários anual até o final do ano objetivo.

3.4.5.1.3 Arrecadação anual

Em poder da demanda anual de passageiros, bem como o valor da tarifa anual, determina-se o valor total anual de ingressos até o fim do período considerado.

3.4.5.2 Custos de implantação, manutenção e operação

Antes de definir-se qualquer custo relacionado a implantação, manutenção e operação da linha de APM proposta deve-se definir a tecnologia de APM a ser empregada. A escolha desta tecnologia tem impacto significativo no investimento em todo ciclo de operação, uma vez que existem diversos tipos de modelos de APM, o que consequentemente reflete em custos bem diferenciados para implantação, manutenção e operação.

O cálculo do investimento necessário para construir e operar a linha do APM é algo extremamente complexo, exigindo estudos avançados e o desenvolvimento de projetos por uma equipe altamente qualificada.

Desta forma, quando o objetivo for uma verificação estimada da viabilidade do empreendimento, devem-se buscar informações de custo a partir de sistemas semelhantes já construídos e fabricantes, estabelecendo-se uma relação entre um sistema existente e o sistema a ser projetado.

3.4.5.2.1 Custos de implantação

Os custos de implantação correspondem a todos os gastos necessários para a construção e início das atividades da linha de APM, em termos econômicos associamos estes custos a sigla CAPEX (*Capital Expenditures*), dentre estes custos estão:

- Estudos e Projeto: corresponde aos estudos e projetos de engenharia e meio ambiente necessários para a construção da linha;
- Custo com licenciamento: representa todos os custos referentes aos processos de aprovação e medidas de compensação à obra;
- Construção: equivale aos custos totais para a construção da linha (materiais, equipamentos, insumos e encargos construtivos);
- Material rodante: corresponde às composições do APM bem como ferramentas de manutenção do equipamento.

3.4.5.2.2 Custos de manutenção e operação

Representam os custos de manutenção e operação decorrentes da operação da linha, economicamente conhecidos pela sigla OPEX (*Operational Expenditures*), destacando-se:

- Peças: configuram as partes ou equipamentos repostos, em decorrência do desgaste natural ou falha, ao longo de todas as instalações e equipamentos da linha;
- Mão de obra: colaboradores necessários para operação e manutenção de todo o sistema;
- Eletricidade: energia responsável pela propulsão do material rodante e instalações da linha;
- Encargos: tributos advindos a operação de sistemas de transporte.

3.4.5.2.3 Composição dos custos anuais

Todos os valores advindos à construção e operação da linha devem ser ordenados conforme o fluxo anual de gastos. Deve-se implantar um cronograma referente ao projeto, execução e operação do sistema, de modo que os custos de cada atividade sejam corretamente dispostos conforme o cronograma. No que diz respeito aos custos, os mesmos devem ser reajustados anualmente utilizando estudos específicos para cada um dos itens. Na inexistência de estudos específicos para o reajuste dos mesmos, poderá ser utilizada a média da inflação, para um período mínimo de 10 anos, como índice de reajuste anual.

3.4.5.3 Fluxo de caixa

Determinados os custos e ingressos em todo o ciclo, deve-se determinar o fluxo de caixa anual. Caso seja necessária uma maior precisão do fluxo de caixa, o procedimento poderá ser realizado mensalmente, desde que existam dados e uma programação confiável.

O fluxo de caixa é uma importante ferramenta que permite visualizar os períodos de investimento e arrecadação, sendo um elemento indispensável para a análise da viabilidade do projeto.

3.4.5.4 Retorno financeiro

A viabilidade do sistema está relacionado com o retorno do empreendimento para o período analisado, onde, caso o resultado seja positivo, o empreendimento é dito viável, e, se o resultado for negativo, o empreendimento é classificado como inviável.

O cálculo do retorno será analisado mediante dois métodos:

- VPL (Valor presente líquido): fórmula matemático-financeira utilizada para determinar o valor presente de pagamentos futuros abatidos a uma taxa mínima de atratividade (TMA), sendo deduzidos os custos de investimentos iniciais.

- TIR (Taxa interna de retorno): taxa necessária para igualar um investimento (valor presente) com fluxo de caixa periódico.

No que diz respeito ao VPL, caso o projeto apresentar um VPL positivo, o mesmo será considerado viável, em caso negativo, será

classificado como inviável. O valor de TMA utilizado no processo deve ser estimado pelo empreendedor, devendo o valor mínimo de TMA ser igual ao rendimento anual das cadernetas de poupança.

Para a análise de viabilidade considerando a TIR, um empreendimento é dito viável quanto o valor da TIR for positivo e maior a um valor de rendimento mínimo fixado pelo empreendedor. Caso a TIR for menor que o valor de rendimento mínimo desejável, o projeto é classificado como inviável.

3.5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Realiza-se a análise da pré-viabilidade de implantação de uma ligação aeroporto – centro de conexões urbano, com o uso de “Automated People Mover”, estabelecendo-se a definição do traçado e do local de integração, definição do índice de aceitação do APM, previsão da demanda e o estudo da viabilidade do projeto.

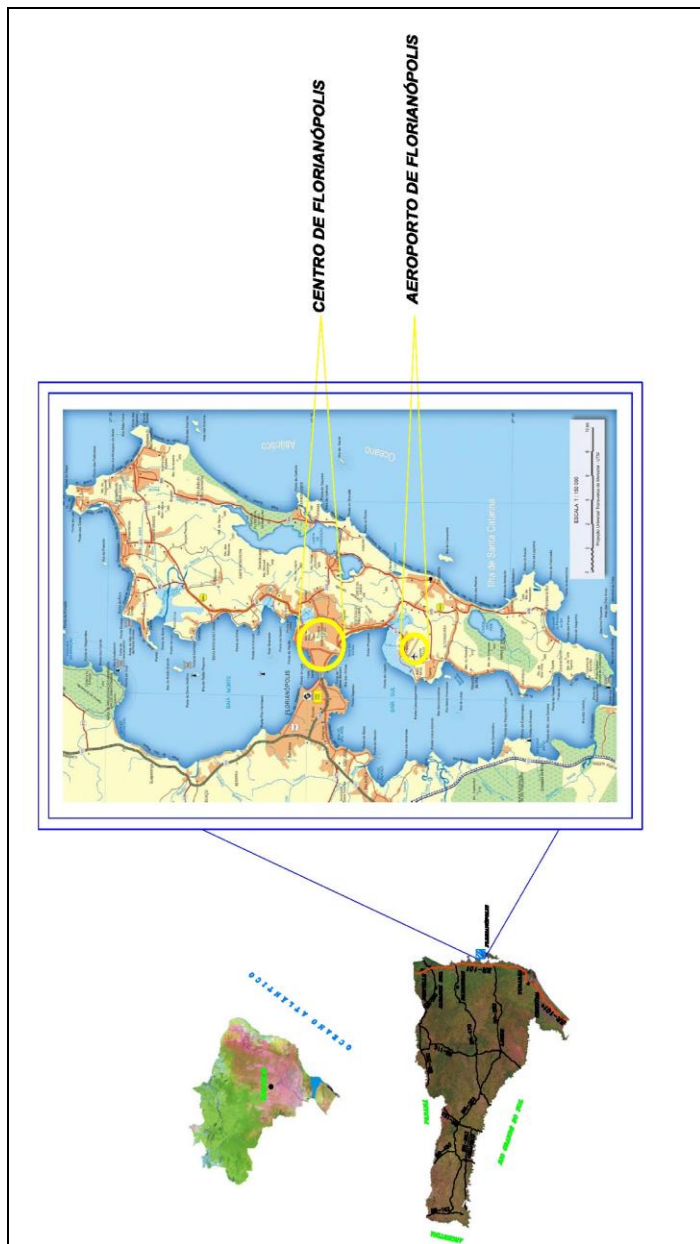
O método proposto bem como a determinação de cada um dos parâmetros descritos, podem ser utilizados para análise da viabilidade da implantação da linha proposta em qualquer aeroporto, desde que apresente características similares ao modelo estudado.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente Estudo de Caso tem como objetivo aplicar o método proposto para a cidade de Florianópolis, ligando o Aeroporto Internacional de Florianópolis até o centro da cidade por meio de uma linha de APM. A Figura 13 apresenta o mapa de situação da área de estudo, apresentando a localização de Florianópolis em relação ao Brasil e Santa Catarina, e a posição do Aeroporto Internacional bem como o centro da cidade, sendo os mesmos identificados num mapa da cidade.

Figura 13 – Mapa de situação da área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.1 Cidade de Florianópolis

Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, é uma cidade litorânea localizada na região sul do Brasil. A composição territorial do município é constituída por uma ilha principal, Ilha de Santa Catarina, onde reside a maior parte da população do município, pequenas ilhas adjacentes e uma porção continental. De acordo com o IBGE, a população estimada para o município no ano de 2014 é de 461.524 habitantes, ocupando uma área de 675,4 km².

A economia de Florianópolis é baseada no setor de serviços, turismo e tecnologia de informação. Durante os meses do verão, a cidade recebe um incremento considerável de turistas, fator que proporciona um incremento sazonal da economia na cidade e consequentemente em vários aspectos da cidade, entre eles o trânsito. Conhecida pelos elevados índices de qualidade de vida, a cidade ganhou destaque nacional e internacional nos últimos anos, atraindo uma série novos moradores.

O município de Florianópolis é o principal município da região metropolitana que abrange a capital catarinense, sendo esta composta por 22 municípios com uma população, estimada pelo IBGE em 2014, de 1.111.702 habitantes. No município encontra-se a grande maioria dos postos de trabalho, o que proporciona uma grande quantidade de deslocamentos dos municípios vizinhos até a cidade, principalmente para a região central, o que acarreta uma série de problemas de trânsito nas principais vias de entrada e saída do mesmo.

4.1.2 Aeroporto Internacional de Florianópolis

Localizado no sul da Ilha de Santa Catarina, no Bairro Carianos, constitui o principal aeroporto do Estado de Santa Catarina, sendo o único aeroporto do estado a operar voos internacionais. De acordo com as estatísticas divulgadas pela INFRAERO, no ano de 2014 a movimentação total foi de 3.629.074 passageiros.

4.1.2.1 Vias de acesso

Distante a 11,5 km do centro da cidade, o acesso ao aeroporto é bastante problemático em determinados horários, principalmente nos horários de pico. As vias principais de acesso ao aeroporto também são utilizadas para chegar ao Estádio Aderbal Ramos da Silva, conhecido

popularmente como Estádio da Ressacada, e o trânsito torna-se congestionado nos dias e horário dos jogos, interferindo portanto, no tempo de viagem dos usuários do aeroporto. O acesso do aeroporto desde o centro da cidade tem início na Avenida Gustavo Richard, pista dupla com 3 faixas por sentido, prossegue pela Via Expressa Sul até o entroncamento com o trevo da seta, pista dupla com três faixas por sentido, de lá continua pela Avenida Diomício Freitas até o terminal de passageiros atual, pista simples com uma faixa por sentido. O acesso ao novo terminal de passageiros será realizado por pista dupla com duas faixas por sentido, sendo que no momento, já estão sendo executadas as obras de duplicação de parte da Avenida Diomício Freitas até o entroncamento com o novo acesso.

4.1.2.2 Sítio Aeroportuário

Atualmente, de acordo com a INFRAERO, o sítio aeroportuário conta com uma área de 9.086.589 m², sendo constituído de duas pistas de pouso e decolagem, com 2.300 m e 1.500 m de comprimento por 45 m de largura, nove posições para estacionamento de aeronaves de aviação regular e 5 posições de estacionamento de aeronaves de aviação geral, além de um terminal de passageiros com área de 9.440 m².

Com uma infraestrutura inadequada perante a demanda, a cidade e a região da Grande Florianópolis carecem de um aeroporto que atenda suas demandas, inibindo assim, a ampliação de voos, o que consequentemente diminui as expectativas no aumento do turismo de lazer e negócios.

O processo de ampliação do aeroporto é um anseio por grande parte da população. O projeto desenvolvido prevê a construção de um novo pátio de aeronaves com capacidade de 12 posições de estacionamento, a construção de pistas de táxi e um novo terminal de passageiros, dispostos do outro lado da pista principal, considerando-se a posição do terminal atual. Iniciadas pela INFRAERO, as obras de ampliação encontram-se atualmente paralisadas e sem perspectiva de reinício das mesmas.

Recentemente, o Aeroporto Internacional de Florianópolis foi escolhido pelo governo federal para uma nova rodada de concessões de aeroportos. Estima-se que o leilão ocorra no segundo semestre de 2016, cabendo ao concessionário a retomada e conclusão das obras.

4.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

4.2.1 Levantamento dos Padrões de Viagens

Conhecer o usuário do aeroporto é o ponto chave para o estudo de implantação da linha proposta, desta forma, é imprescindível coletar o maior número de informações possíveis deste usuário.

4.2.1.1 Elaboração do questionário

O questionário elaborado contou com todos os itens mínimos previstos na metodologia já descrita no Capítulo 3. Além destes, foram considerados também, todos os questionamentos extras indicados no método, proporcionando-se assim, um melhor entendimento do padrão de viagens dos usuários do aeroporto (VER APÊNDICE A).

4.2.1.2 Definição do tamanho da amostra de questionários

O nível de confiança ideal da amostra deveria ser de 95% com erro máximo de 5%, o que representa um número de 385 questionários a serem aplicados. Como este trabalho trata-se uma pesquisa acadêmica, com limitação de recursos, cujo o principal objetivo é a validação do método proposto, é tangível o uso de um erro máximo superior ao valor ideal de 5%.

Realizaram-se 203 entrevistas com usuários do Aeroporto Internacional de Florianópolis, número que representa um erro admissível de 6,88% para um nível de confiança de 95%.

4.2.1.3 Aplicação do questionário aos usuários do aeroporto

O questionário desenvolvido foi aplicado a 203 usuários, sendo estes entrevistados no saguão do Aeroporto Internacional de Florianópolis, nos dias 15 de dezembro de 2014 (segunda-feira) e 16 de dezembro de 2014 (terça-feira). Para a realização da pesquisa foi necessário um contato prévio com a INFRAERO que emitiu um parecer favorável a realização da entrevista, no entanto, esta autorização restringiu-se somente para os dias mencionados, para o período de 8:00 horas às 20:00 horas de cada dia.

Esta pesquisa foi realizada em conjunto com o PLAMUS (Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis) cuja

ementa também incluía estudos sobre o Aeroporto Internacional de Florianópolis. Os dados coletados nesta pesquisa foram compartilhados entre o autor e o PLAMUS, sendo estes divulgados pelas duas partes, de maneira individual.

O período de realização das entrevistas, 15 e 16 de dezembro não é tido como um período ideal, uma vez que corresponde à semana anterior ao natal, período marcado por muitos turistas na cidade de Florianópolis. Como no planejamento do PLAMUS os bolsistas só poderiam ajudar nas entrevistas neste período, decidiu-se realizar a pesquisa nestas datas, uma vez que a mudança de data implicaria na não disponibilização dos bolsistas.

Antes da realização da pesquisa fez-se uma reunião prévia com a equipe do PLAMUS, com o objetivo de uniformizar o procedimento de abordagem aos entrevistados, além de transmitir conhecimento básico sobre o projeto para os entrevistadores, no caso de serem solicitadas informações adicionais no ato da entrevista.

4.2.1.4 Processamento das entrevistas e interpretação dos resultados

Após a realização das entrevistas foram coletados todos os questionários e procedeu-se com o processamento dos dados em planilha eletrônica e obtidas as estatísticas referentes à amostra, as quais serão mostrados a seguir:

4.2.1.4.1 Identificação do tipo de usuário

Para a identificação do tipo de usuário do aeroporto, foram utilizadas alternativas para os usuários mais comuns em um aeroporto, tais como passageiros, acompanhantes de passageiros, funcionários do aeroporto, funcionário de companhia aérea em terra, tripulante, ou outro tipo de usuário.

Optou-se por realizar uma classificação entre os passageiros, sendo os mesmos divididos em passageiros embarcando, passageiros desembarcando e passageiros em trânsito. O resultado da pesquisa para este item é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Tipo de usuário da amostra no Aeroporto Internacional de Florianópolis

Tipo de Usuário	Frequência	Porcentagem Válida
Passageiro embarcando	114	56,16%
Passageiro desembarcando	31	15,27%
Passageiro em trânsito	14	6,90%
Acompanhante de passageiro	29	14,29%
Funcionário do aeroporto	12	5,91%
Funcionário de companhia aérea em terra	2	0,99%
Tripulação	1	0,49%
Visitante	0	0,00%
Outro	0	0,00%
Total	203	

Fonte: Elaboração do autor

Percebe-se uma predominância de mais de 70% dos usuários como passageiros, e um número de 56,18% como passageiros embarcando, fato explicado pela maior facilidade de obtenção de dados deste tipo de usuário, pois o mesmo circula no saguão por um período de tempo maior que o do passageiro desembarcando.

4.2.1.4.2 Identificação do gênero do usuário

Os usuários entrevistados foram identificados de acordo com o sexo. A Tabela 6 identifica os números registrados.

Tabela 6 – Tipo de sexo da amostra no Aeroporto Internacional de Florianópolis

Sexo	Frequência	Porcentagem Válida
Masculino	96	47,29%
Feminino	107	52,71%
Total	203	

Fonte: Elaboração do autor

Verifica-se um determinado equilíbrio na proporção entre homens e mulheres para a amostra pesquisada.

4.2.1.4.3 Idade

Também fez parte do questionário, a indagação sobre a idade do usuário. Após a realização da pesquisa, estes dados foram classificados em faixas etárias, procurando-se identificar faixas de idade que refletissem numa uniformidade na etapa de vida das pessoas. Os resultados encontrados são expressos na Tabela 7.

Tabela 7 – Faixa etária dos entrevistados da amostra no Aeroporto Internacional de Florianópolis

Idade	Frequência	Porcentagem Válida
Até 18 anos	21	10,34%
19 a 35 anos	90	44,33%
36 a 60 anos	72	35,47%
Acima de 60 anos	20	9,85%
Total	203	

Fonte: Elaboração do autor

Nota-se que a faixa etária compreendida entre 19 a 35 anos é a de maior proporção entre os usuários da amostra, seguida pela faixa

etária compreendida entre 36 e 60 anos. Por conseguinte, pode-se afirmar que a maior parte dos usuários do aeroporto é compreendida por pessoas em idade profissional.

4.2.1.4.4 Escolaridade

O grau de escolaridade dos usuários da amostra é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Grau de escolaridade dos usuários da amostra do Aeroporto Internacional de Florianópolis

Escolaridade	Frequência	Porcentagem Válida
Nenhuma	0	0,00%
Ensino Fundamental Completo	6	2,96%
Ensino Médio Completo	78	38,42%
Ensino Superior Completo	119	58,62%
Pós-Graduação	0	0,00%
Outra	0	0,00%
Total	203	

Fonte: Elaboração do autor

Observa-se um nível elevado de instrução dos usuários da amostra, pois mais da metade destes usuários apresentam curso superior completo.

4.2.1.4.5 Profissão

Um dos parâmetros utilizados para revelar o perfil do usuário do aeroporto é a profissão, todos os usuários da amostra foram indagados, de maneira individual sobre a sua profissão. As principais profissões identificadas são apontadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Principais profissões dos usuários da amostra do Aeroporto Internacional de Florianópolis

Profissão	Frequência	Porcentagem Válida
Administrador(a)	6	2,96%
Advogado(a)	9	4,43%
Engenheiro(a)	10	4,93%
Vendedor(a)	9	4,43%
Empresário(a)	5	2,46%
Médico(a)	6	2,96%
Funcionário(a) Público(a)	2	0,99%
Estudante	44	21,67%
Aposentado(a)	6	2,96%
Outra	106	52,22%
Total	203	

Fonte: Elaboração do autor

Nota-se que a profissão estudante como a mais recorrente entre os usuários da amostra do Aeroporto Internacional de Florianópolis, este fator pode ser explicado pelo período de realização da pesquisa, uma vez que o mesmo se situava muito próximo ao início do recesso estudantil, etapa de consideráveis deslocamentos por parte dos estudantes.

4.2.1.4.6 Número de acompanhantes

O número de acompanhantes por passageiro da amostra é exposto na Tabela 10

Tabela 10 – Número de acompanhantes para cada passageiro da amostra

Número de acompanhantes até o aeroporto	Frequência	Porcentagem Válida
nenhum	69	42,33%
1	51	31,29%
2	25	15,34%
3	13	7,98%
4	5	3,07%
mais de 4	0	0,00%
Total	163	

Fonte: Elaboração do autor

Verifica-se que quase a metade dos passageiros dirige-se deste/até o aeroporto sem acompanhante, fator que comprova que grande parte dos usuários realizam deslocamentos individuais desde/até o aeroporto. Calcula-se o número de acompanhantes de passageiros através de uma média ponderada entre as respostas que contenham ao menos um acompanhante, resultando 1,70 acompanhantes por passageiro. Logo, deve-se multiplicar este número pelo percentual de passageiros da amostra que possuem acompanhantes, 57,67%, o que resultando assim, uma média de 0,98 acompanhantes por passageiro do aeroporto.

A Secretaria de Aviação Civil (SAC) divulga relatórios trimestrais sobre o desempenho operacional de 15 aeroportos brasileiros. No relatório referente ao 1º trimestre de 2016 são apresentados dados sobre o número de acompanhantes de passageiros, e utilizando-se a mesma metodologia para determinar o número de acompanhantes de passageiros neste estudo de caso, considerando-se como 4 o maior número de acompanhantes, foram calculados o número de acompanhantes médio por passageiro para estes aeroportos, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Média no número de acompanhantes de passageiros em 15 aeroportos brasileiros

Aeroporto	Média de acompanhantes por passageiro
Internacional de Brasília	1,05
Internacional de Confins	0,38
Internacional de Curitiba	1,24
Internacional de Cuiabá	0,29
Internacional de Manaus	0,30
Internacional de Fortaleza	0,32
Internacional do Rio de Janeiro	0,91
Internacional de Guarulhos	1,03
Internacional de Campinas	0,92
Internacional de Porto Alegre	0,69
Internacional de Recife	0,78
Rio de Janeiro - Santos Dumont	0,40
Internacional de São Gonçalo do Amarante	1,07
São Paulo - Congonhas	0,57
Internacional de Salvador	0,37

Fonte: SAC, 2016. Adaptado pelo autor

Verificaram-se médias entre 0,29 e 1,24 acompanhantes por passageiros nos 15 aeroportos analisados. Através deste parâmetro, pode-se afirmar que o número médio de acompanhantes por passageiro, determinado neste estudo de caso, ficou dentro das faixas extremas observadas para o conjunto dos 15 aeroportos.

4.2.1.4.7 Tipo de voo

Com relação ao tipo de voo, doméstico ou internacional, realizado para os passageiros da amostra, os resultados são exibidos na Tabela 12.

Tabela 12 – Tipo de voo realizado pelos passageiros da amostra

Tipo de voo	Frequência	Porcentagem Válida
Doméstico	132	81,99%
Internacional	31	19,25%
Total	163	

Fonte: Elaboração do autor

O Aeroporto Internacional de Florianópolis apresenta uma predominância de voos nacionais, não sendo este um aeroporto com muitas ligações internacionais, sendo estas incrementadas durante a temporada do verão através de voos sazonais para países vizinhos da América do Sul.

4.2.1.4.8 Propósito da viagem

Todos os entrevistados foram questionados a respeito do propósito de sua viagem, os resultados são expostos na Tabela 13.

Tabela 13 – Propósito da viagem dos passageiros da amostra

Propósito da viagem	Frequência	Porcentagem Válida
Negócios	7	4,35%
Trabalho	21	13,04%
Estudo	18	11,18%
Convenção	1	0,62%
Turismo	93	57,76%
Visita a familiares	22	13,66%
Outro	1	0,62%
Total	163	

Fonte: Elaboração do autor

Observa-se o turismo como o principal motivo de viagem, representando mais de 50% das entrevistas. Como as entrevistas foram realizadas em dezembro, no início da temporada de verão no litoral de Santa Catarina, é possível concluir que este número reflete essa realidade, pois muitos turistas deslocam-se para Florianópolis e região nesta época.

4.2.1.4.9 De onde veio ou pretende ir

Os passageiros que embarcavam no Aeroporto Internacional de Florianópolis foram indagados a respeito do seu ponto de partida, o mesmo acontecendo com os passageiros desembarcados, onde a pergunta era a respeito do ponto de chegada.

Tabela 14 – De onde veio ou pretende ir, resposta dos entrevistados

De onde veio ou pretende ir	Frequência	Porcentagem Válida
Residência	115	56,65%
Hotel	61	30,05%
Trabalho	7	3,45%
Comércio	3	1,48%
Outro	17	8,37%
Total	203	

Fonte: Elaboração do autor

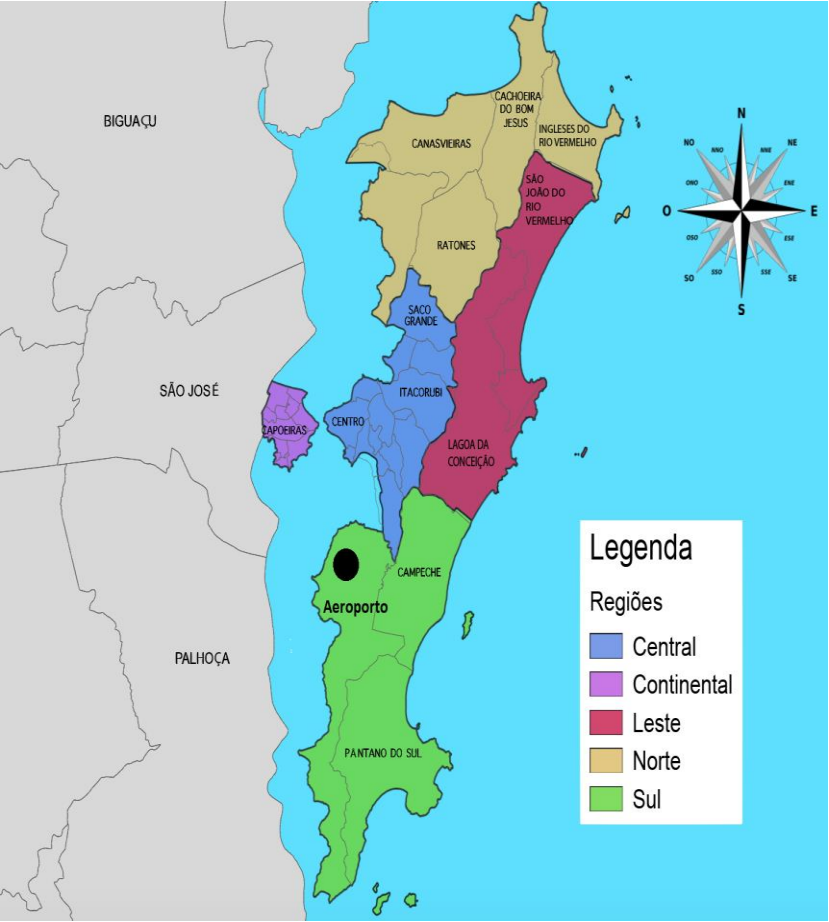
A maior parte dos entrevistados tem como origem ou destino a residência (56,65%) e em segundo lugar o hotel (30,05%).

4.2.1.4.10 Endereço do destino ou origem

Os usuários entrevistados foram questionados quanto ao seu endereço de origem, para passageiros embarcando, funcionários do aeroporto e acompanhantes, e, endereço de destino, para passageiros desembarcando. O questionário foi preenchido com o endereço completo destas pessoas, permitindo assim, um melhor entendimento da distribuição espacial das viagens.

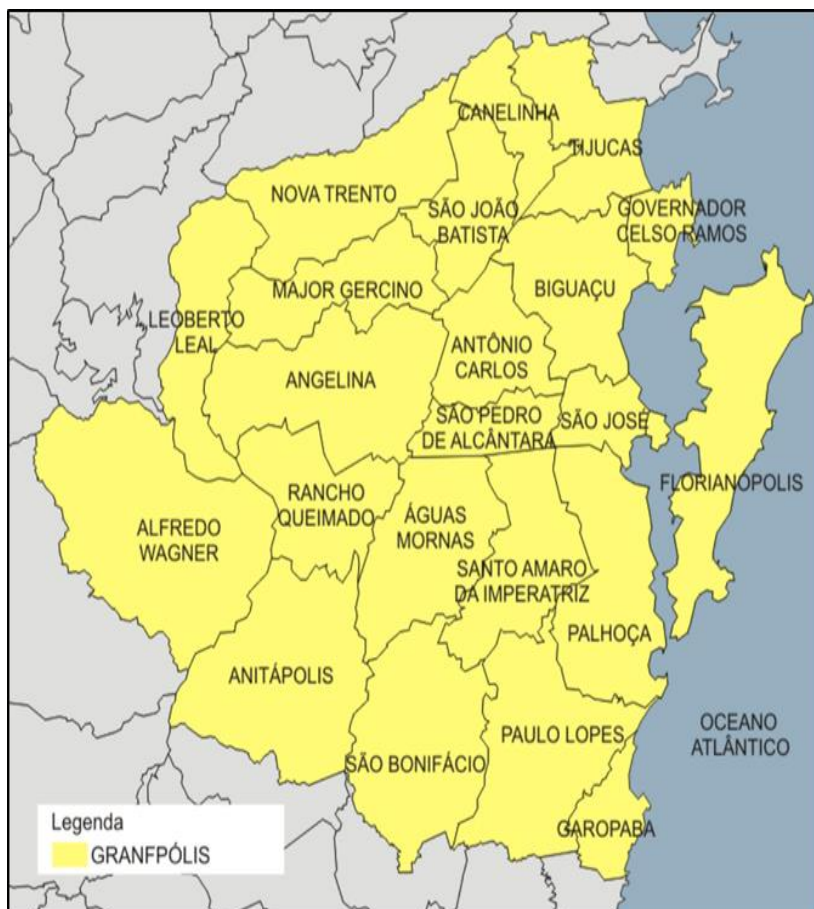
Para melhor se interpretar a origem ou destino das viagens dos usuários do aeroporto, optou-se por setorizar os endereços frente a regiões cujos endereços tenham como ponto de partida ou chegada uma mesma localização, para qual compartilham a direção do percurso. Como a cidade de Florianópolis está dividida em cinco regiões, utilizaram-se estas divisões para classificar os locais de origem e destino dos usuários da amostra. Além destas cinco regiões, foram consideradas outras duas classificações de locais, os municípios que fazem parte da Grande Florianópolis e os municípios fora da Grande Florianópolis. Utilizando estes critérios de classificação, definiram-se as regiões onde foram agrupados os endereços de origem ou destino dos usuários do aeroporto, conforme sequência:

Figura 14 – Regiões de origem e destino classificadas



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15 – Municípios da Grande Florianópolis



Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis

- Região Central: Composta pelos bairros: Agrônômica, Centro, Córrego Grande, Itacorubi, João Paulo, José Mendes, Monte Verde, Pantanal, Saco dos Limões, Saco Grande, Santa Mônica e Trindade;
- Região Leste: Fazem parte os bairros: Barra da Lagoa, Lagoa da Conceição, e São João do Rio Vermelho;
- Região Sul: Constituída dos bairros: Armação do Pântano do Sul, Campeche, Carianos, Costeira do Pirajubaé, Pântano do Sul, Ribeirão da Ilha, Rio Tavares e Tapera;

- Região Norte: Formada pelos bairros: Cachoeira do Bom Jesus, Cacupé, Canasvieiras, Daniela, Ingleses do Rio Vermelho, Jurerê Internacional, Jurerê Tradicional, Ponta das Canas, Praia Brava, Rationes, Sambaqui e Santo Antônio de Lisboa;

- Região Continental: Instituída com os bairros: Balneário, Bom Abrigo, Capoeiras, Coqueiros, Estreito, Itaguaçu e Jardim Atlântico;

- Municípios da Grande Florianópolis: Águas Mornas, Alfredo Wagner, Angelina, Anitápolis, Antônio Carlos, Biguaçu, Canelinha, Garopaba, Governador Celso Ramos, Leoberto Leal, Major Gercino, Nova Trento, Palhoça, Paulo Lopes, Rancho Queimado, Santo Amaro da Imperatriz, São Bonifácio, São João Batista, São José, São Pedro de Alcântara e Tijucas;

- Fora da Grande Florianópolis: qualquer município localizado fora dos limites da Grande Florianópolis.

O resultado da pesquisa, utilizando a classificação de origem ou destino, é evidenciado na Tabela 15.

Tabela 15 – Local de origem ou destino

Local de origem ou destino	Frequência	Porcentagem Válida
Região Central	55	29,89%
Região Leste	6	3,26%
Região Sul	23	12,50%
Região Norte	34	18,48%
Região Continental	8	4,35%
Municípios da Grande Florianópolis	13	7,07%
Fora da Grande Florianópolis	45	24,46%

Fonte: Elaboração do autor

Os dados mostram que mais de 64% dos usuários do Aeroporto Internacional de Florianópolis tem como local de origem ou destino a

Ilha de Santa Catarina. Considerando-se também a parte continental da cidade, este número passa de 68%. Aproximadamente um quarto dos usuários da amostra tem como local de origem ou destino uma cidade localizada fora da região da Grande Florianópolis, fator que comprova a utilização deste aeroporto por outras regiões do estado.

4.2.1.4.11 Meio de locomoção de chegada/preensão de sair

Um dos questionamentos realizados aos usuários entrevistados diz respeito ao meio de locomoção dos usuários desde sua origem até o aeroporto ou como os mesmos pretendem sair do aeroporto até o destino final. Os resultados são mostrados na Tabela 16.

Tabela 16 – Como chegou ou pretende sair do aeroporto, resposta dos entrevistados

Como chegou ou pretende sair do aeroporto	Frequência	Porcentagem Válida
Automóvel, condutor	52	27,51%
Automóvel, carona	59	31,22%
Táxi	43	22,75%
Van ou micro-ônibus	10	5,29%
Ônibus regular	16	8,47%
Ônibus executivo	2	1,06%
Moto	0	0,00%
Outro	7	3,70%

Fonte: Elaboração do autor

Percebe-se a predominância do uso do transporte individual por automóvel como o principal meio de acesso ao aeroporto pois mais de 58% dos usuários chegam ou saem do aeroporto através do uso de automóvel particular. Ao também considerar-se os táxis, verifica-se que mais de 80% do transporte até/desde o aeroporto é realizado por

automóvel, sendo inexpressivo o uso do transporte coletivo por parte dos usuários.

4.2.1.4.12 Aceitação para a linha do APM proposta

Após uma breve explanação sobre o conceito de APM e a proposta da linha ligando o Aeroporto Internacional de Florianópolis até o centro de Florianópolis, foi mensurado o nível de aceitação por partes dos usuários entrevistados, o que é apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 – Aceitação da linha do APM proposta na amostra

Utilizaria a linha do APM	Frequência	Porcentagem Válida
Certamente usaria	140	68,97%
Provavelmente usaria	36	17,73%
Indiferente	6	2,96%
Provavelmente não usaria	17	8,37%
Certamente não usaria	4	1,97%
Total	203	

Fonte: Elaboração do autor

Verifica-se um alto índice de aceitação para a linha proposta, sendo que quase 70% dos usuários entrevistados responderam que certamente utilizariam a linha de APM proposta.

4.2.1.4.13 Aceitação da tarifa para a linha do APM

Para os entrevistados que aceitaram utilizar a linha do APM indagou-se sobre o valor da tarifa para o que os mesmos estariam dispostos a desembolsar. Foram apresentados os seguintes intervalos de tarifas:

- Até R\$ 3,00: Valor de tarifa reduzida aplicado em Florianópolis, destinado a linhas sociais. Até agosto de 2016, estas

linhas sociais utilizavam o valor de tarifa de R\$1,96 para pagamento em cartão e R\$2,25 para pagamento em dinheiro.

- Entre R\$3,00 e R\$6,00: Intervalo do valor das tarifas encontrado nas principais cidades brasileiras, para o transporte coletivo convencional municipal;

- Entre R\$6,00 e R\$9,00: Preço referente ao transporte executivo, aplicado em muitas cidades brasileiras, inclusive Florianópolis;

- Entre R\$9,00 e R\$12,00: Valor referente a sistemas de transporte municipais diferenciados;

- Superior a R\$12,00: Tarifas aplicadas para ligações executivas entre o aeroporto e o centro de algumas metrópoles brasileiras, com ênfase no intervalo de R\$3,00 a R\$6,00.

Observa-se o resultado da pesquisa referente a este na Tabela 18.

Tabela 18 – Valor de tarifa aceitável para a linha do APM, resultado da amostra

Intervalo de tarifa que estaria disposto a pagar para utilizar a linha do APM	Frequência	Porcentagem Válida
Até R\$ 3,00	68	34,34%
R\$ 3,01 a R\$ 6,00	67	33,84%
R\$ 6,01 a R\$ 9,00	16	8,08%
R\$ 9,01 a R\$ 12,00	18	9,09%
R\$ 12,00 ou mais	15	7,58%
Não sabe responder	14	7,07%

Fonte: Elaboração do autor

A maior parte dos entrevistados estaria disposta a pagar o menor valor de tarifa apresentado, próximo a valor da tarifa do ônibus convencional para o mesmo trajeto. No entanto, 58,59% das respostas são correspondentes a preços de tarifa superior a R\$ 3,00.

Realizando-se uma média ponderada entre as respostas que apontaram um intervalo de tarifa, considerando-se o valor médio da tarifa para cada intervalo e o valor de R\$12,00 quando a resposta estiver

no intervalo de R\$12,00 ou mais, encontramos o valor de R\$5,40. O valor de R\$5,40 encontra-se no intervalo de tarifa de R\$3,01 a R\$6,00, intervalo este que somado às respostas para os intervalos de maior valor, representa 65,66% dos usuários da amostra confortáveis a este valor.

4.2.2 Definição do traçado e local de integração

Antes de definir o traçado é necessário entender os acessos e as características da região onde a linha do APM está inserida. Atualmente, o Aeroporto Internacional de Florianópolis está passando por obras que visam a construção de um novo terminal de passageiros e um novo pátio de aeronaves. Quando concluídas estas obras, o terminal estará disposto em uma nova localização, sendo o acesso até o aeroporto realizado através de uma nova via. Como o antigo terminal será desativado após a abertura do novo terminal, a linha proposta deverá conectar-se ao novo terminal de passageiros. A Figura 16 retrata a posição do terminal de passageiros atual, no Aeroporto Internacional de Florianópolis, e a nova posição do futuro terminal de passageiros.

Figura 16 – Posição do terminal no Aeroporto Internacional de Florianópolis



Fonte: Google Earth adaptado, 2016

Analisando-se os dados de origem e destino representados na Tabela 15, obtidos através do processamento dos dados da pesquisa realizada junto aos usuários o aeroporto, juntamente a um mapa da região, foi possível identificar que o trajeto aeroporto – centro é o mais atrativo quanto ao número de prováveis usuários da linha do APM. De todas as regiões analisadas, a Região Sul é a única que não possui atratividade para a linha, uma vez que os deslocamentos até o centro estão em sentido oposto à Região Sul. No que diz respeito as demais regiões descritas, todas possuem atratividade, uma vez que através do centro é possível realizar integração até o destino final sem repetição de trajeto. Através da Tabela 19 analisamos os números referentes às regiões que possuem atratividade para o uso da linha do APM, sendo estes os dados:

- Região Central: representa 29,89% dos deslocamentos desde/até o aeroporto;
- Região Leste: evidencia 3,26% das rotas desde/até o aeroporto;
- Região Norte: demonstra 18,48% dos percursos desde/até o aeroporto;
- Região Continental: contabiliza 4,35% das viagens desde/até o aeroporto;
- Municípios da Grande Florianópolis: responsável por 7,07% dos deslocamentos desde/até o aeroporto;
- Fora da Grande Florianópolis: corresponde a 24,46% do transporte desde/até o aeroporto.

Destarte, verificou-se que uma ligação desde o Aeroporto Internacional de Florianópolis até o centro de Florianópolis proporciona um índice de atratividade para 87,50% das viagens desde ou até o aeroporto.

Uma vez definido o trajeto desde o aeroporto até o centro de Florianópolis, verifica-se qual é a melhor localização para a estação do centro, de modo que seja possível realizar o máximo de conexões com outros meios de transporte. Atendendo esta premissa, verifica-se que a melhor posição para a estação do APM no centro da cidade, seria nas imediações do TICEN (Terminal de Integração do Centro), e do Terminal Rodoviário Rita Maria, uma vez que esta localização permitiria a integração com toda rede de transporte coletivo municipal e transporte coletivo intermunicipal da região metropolitana, através do

principal terminal de integração da região, o TICEN. Também permitiria a conexão com outras regiões do Estado de Santa Catarina, outros estados da federação ou países, por meio da rodoviária. Além da integração por meio dos terminais supracitados, o usuário poderia utilizar os estacionamentos de veículos da rodoviária e do aterro da baía sul, permitindo a integração pelo meio *park and ride*. Seria possível também, realizar a combinação com táxis e veículos particulares, reduzindo assim, o trajeto por automóvel até o aeroporto. Outra maneira de integração possível, para este terminal, seria a integração por bicicleta (disponibilização de paraciclos e *bike sharing*) ou a pé, já que num raio próximo da localização proposta existem muitas residências e uma grande atividade comercial. A Figura 17 retrata o local escolhido para o terminal de integração da linha proposta para o APM, localizado no centro de Florianópolis, nas imediações do TICEN e rodoviária

Figura 17 – Estação de Integração do APM no centro de Florianópolis



Fonte: Google Earth adaptado, 2016

No que tange a estação da linha de APM no aeroporto, a mesma estaria disposta junto ao novo terminal de passageiros, conforme se observa na Figura 18.

Figura 18 – Estação de Integração do APM no Aeroporto Internacional de Florianópolis

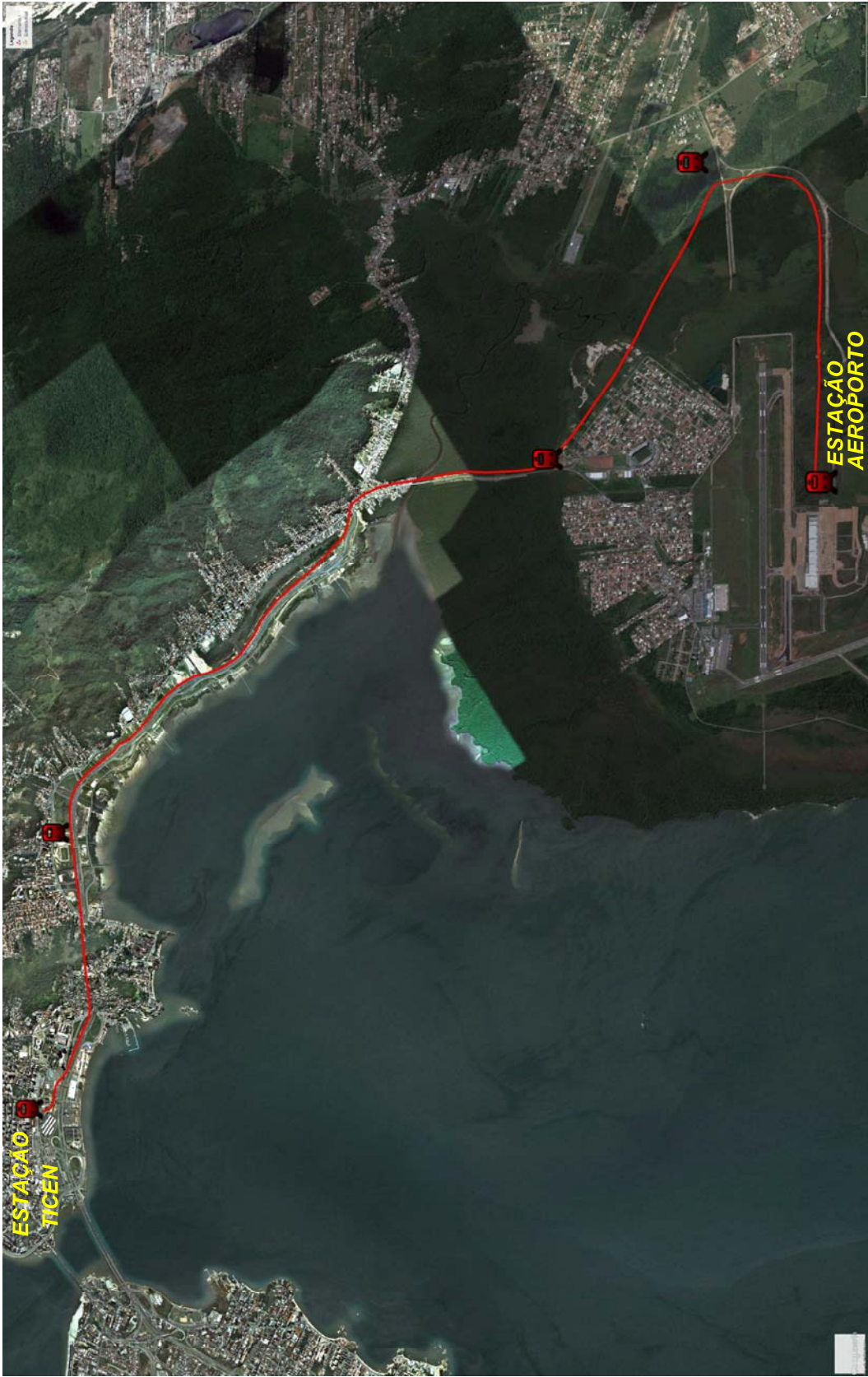


Fonte: Google Earth adaptado, 2016

O desenvolvimento do traçado para o segmento entre o Aeroporto Internacional de Florianópolis e o centro de Florianópolis foi concebido buscando um equilíbrio entre a menor distância, menor quantidade de desapropriações, menor impacto ambiental e melhores condições geotécnicas. O traçado concebido é paralelo, na maior parte do trecho, às vias que dão o acesso mais curto entre o aeroporto e o centro da cidade, levando-se em consideração o acesso ao novo terminal de passageiros. O traçado proposto possui uma extensão aproximada de 15 km, sendo percorrido, em suma maioria, por via elevada, excluindo-se o trecho que atravessa o Maciço do Morro da Cruz, onde o traçado desenvolve-se em túnel (extensão aproximada de 800 metros). O túnel necessário para a linha apresenta seção transversal reduzida em comparação a túneis rodoviários. Isto posto, o investimento para a construção deste túnel é compatível com o custo de construção linear de uma via elevada. A escolha da via elevada para o traçado foi escolhida levando em consideração menores quantidades de desapropriações e

inexistência de interferências ao longo de toda a via. O traçado proposto é exposto na Figura 19.

FIGURA 19 – Traçado da Linha de APM Proposte



TRAÇADO DO APM

|

TRAÇADO SEM ESCALA

4.2.3 Definição do índice de aceitação do APM

Tendo em vista que os usuários da linha proposta são compostos por três perfis distintos (passageiros do aeroporto, acompanhantes de passageiros e funcionários de companhias aéreas e do aeroporto) é preciso determinar um coeficiente de utilização para a linha proposta, para cada um destes grupos. Assim sendo, determina-se o índice de aceitação para cada um dos tipos de usuários da linha planejada.

4.2.3.1 Passageiros do aeroporto

Das 203 entrevistas realizadas no aeroporto, 159 correspondiam a passageiros do aeroporto. Deste número, 12 entrevistas foram desclassificadas por tratarem-se de valores espúrios. Assim sendo, os dados referentes à pergunta sobre a utilização da linha do APM por passageiros do aeroporto são apresentados na Tabela 19:

Tabela 19 – Aceitação da linha do APM por parte da amostra dos passageiros

Utilizaria a linha do APM	Frequência	Porcentagem Válida
Certamente usaria	95	69,34%
Provavelmente usaria	26	18,98%
Indiferente	2	1,46%
Provavelmente não usaria	11	8,03%
Certamente não usaria	3	2,19%
Total	137	

Fonte: Elaboração do autor

A partir das frequências observadas para cada uma das respostas, multiplicaram-se estes valores individuais pelo coeficiente de 100% quando a resposta foi certamente usaria, 75% para provavelmente usaria, 50% para indiferente, 25% para provavelmente não usaria e 0% para certamente não usaria. Logo, realizou-se a soma de todos estes

valores dividindo-os pelo número total de entrevistas, o que revelou a média de aceitação da linha de APM por parte dos passageiros, 86,31%.

4.2.3.2 Acompanhantes de passageiros

Do valor amostral referente às 203 entrevistas realizadas, 29 eram alusivas a acompanhantes de passageiros do aeroporto, das quais 4 foram desconsideradas por serem classificadas como valores espúrios. As respostas acerca da utilização da linha do APM proposta por parte dos acompanhantes de passageiros são expressas na Tabela 20.

Tabela 20 – Aceitação da linha do APM por parte da amostra dos acompanhantes de passageiros

Utilizaria a linha do APM	Frequência	Porcentagem Válida
Certamente usaria	19	76,00%
Provavelmente usaria	2	8,00%
Indiferente	1	4,00%
Provavelmente não usaria	2	8,00%
Certamente não usaria	1	4,00%
Total	25	

Fonte: Elaboração do autor

Com base nas frequências observadas para cada uma das respostas, multiplicaram-se os valores individuais pelo coeficiente de 100% cada vez que a resposta era certamente usaria, 75% para provavelmente usaria, 50% para indiferente, 25% para provavelmente não usaria e 0% para certamente não usaria. Em seguida, adicionaram-se todos estes valores dividindo-os pelo número total de entrevistas, conseguindo-se, a média de aceitação da linha de APM por parte dos acompanhantes de passageiros, 86,00%.

4.2.3.3 Funcionários de companhias aéreas e do aeroporto

Do total de usuários entrevistados no aeroporto, 15 eram funcionários de companhias aéreas e do aeroporto, destes 11 foram considerados como espúrios já que tinham como origem ou destino a Região Sul. O posicionamento dos funcionários de companhias aéreas e do aeroporto tidos como válidos, referente a utilização da linha de APM planejada é expresso na Tabela 21.

Tabela 21 – Aceitação da linha do APM por parte da amostra de funcionários de companhias aéreas e do aeroporto

Utilizaria a linha do APM	Frequência	Porcentagem Válida
Certamente usaria	3	75,00%
Provavelmente usaria	0	0,00%
Indiferente	0	0,00%
Provavelmente não usaria	1	25,00%
Certamente não usaria	0	0,00%
Total	4	

Fonte: Elaboração do autor

Através das frequências observadas para cada uma das respostas, multiplicam-se os valores individuais pelo coeficiente de 100% sempre que a resposta foi certamente usaria, 75% para provavelmente usaria, 50% para indiferente, 25% para provavelmente não usaria e 0% para certamente não usaria. Posteriormente, somaram-se todos estes valores dividindo-os pelo número total de entrevistas, mostrando-se, a média de aceitação da linha de APM por parte dos funcionários das companhias aéreas e do aeroporto, 81,25%.

4.2.4 Definição do período de análise da linha do APM

Antes de se apurar a previsão de demanda é necessário determinar o horizonte de alcance deste estudo, o qual será atribuído em

30 anos, sendo este o período utilizado para o cálculo da viabilidade neste estudo de caso. A escolha de 30 anos como intervalo para o dimensionamento deste estudo é justificada no período das últimas concessões de infraestrutura no Brasil, onde a maior parte dos últimos contratos adotou este mesmo prazo. Assim sendo, considerou-se que o período de início da linha do APM seria no ano de 2017, com conclusão no ano de 2046. O cronograma de atividades proposto é exposto no Quadro 5.

Quadro 5 – Cronograma proposto para o período de 30 anos de operação da linha do APM

Ano	Atividade
2017	Elaboração e aprovação de projetos
2018 - 2019	Construção da linha
2020 - 2046	Período de operação da linha

Fonte: Elaboração do autor

4.2.5 Previsão da Demanda

À continuação do texto, descreveremos o cálculo da demanda para cada um dos grupos de prováveis usuários.

4.2.5.1 Passageiros do aeroporto

Em dezembro de 2015 o consórcio formado pelas empresas BF Capital, Infracap, JGP Consultoria e Participações Ltda, Logit, Moysés & Pires e Proficenter, apresentaram estudos referentes à Concessão do Aeroporto Internacional de Florianópolis. Nestes estudos consta uma projeção para o número de passageiros neste aeroporto para o período de 2015 a 2046, determinada através da análise do histórico de passageiros, regressões, projeções e análise de movimento de aeronaves. Como a linha de APM proposta teria início das operações no ano de 2020, a Tabela 22 exibe a demanda de passageiros previstos para o período de 2020 a 2046:

Tabela 22 – Demanda de passageiros previstos para o Aeroporto Internacional de Florianópolis

Ano	Número de Passageiros no Aeroporto
2020	5.415.929
2021	5.853.681
2022	6.274.448
2023	6.667.468
2024	7.031.451
2025	7.372.113
2026	7.697.155
2027	8.012.906
2028	8.323.374
2029	8.630.603
2030	8.935.383
2031	9.237.868
2032	9.538.026
2033	9.835.901
2034	10.131.740
2035	10.426.016
2036	10.719.403
2037	11.012.705
2038	11.306.795
2039	11.602.560
2040	11.900.855
2041	12.202.479
2042	12.508.165
2043	12.818.571
2044	13.134.283
2045	13.455.826
2046	13.782.668

Fonte: Consórcio BF Capital, Infraway, JGP, Logit, Moysés & Pires e Proficenter, adaptado pelo autor, 2015

A demanda anual da linha de APM proposta é determinada através da multiplicação entre a projeção do número de passageiros anual do aeroporto, o índice de atratividade da linha, 87,50% e o índice de aceitação de passageiros deste aeroporto para o uso da linha, 86,31%. A Tabela 23 exibe a demanda anual da linha de APM referente a passageiros do aeroporto.

Tabela 23 – Demanda da linha de APM proposta referente aos passageiros do aeroporto

Ano	Projeção do número de passageiros do aeroporto que utilizariam a linha de APM proposta
2020	4.090.177
2021	4.420.773
2022	4.738.542
2023	5.035.355
2024	5.310.240
2025	5.567.512
2026	5.812.988
2027	6.051.447
2028	6.285.916
2029	6.517.939
2030	6.748.113
2031	6.976.553
2032	7.203.236
2033	7.428.195
2034	7.651.617
2035	7.873.858
2036	8.095.427
2037	8.316.932
2038	8.539.033
2039	8.762.398
2040	8.987.674
2041	9.215.465
2042	9.446.323
2043	9.680.745
2044	9.919.175
2045	10.162.008
2046	10.408.843

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.5.2 Acompanhantes de passageiros

Após a definição do traçado da linha do APM devem ser eliminados os números espúrios da amostra do número de acompanhantes de passageiros. A Tabela 24 exibe os valores corrigidos.

Tabela 24 – Número de acompanhantes corrigidos para cada passageiro da amostra

Número de acompanhantes até o aeroporto	Frequência	Porcentagem Válida
nenhum	58	42,34%
1	43	31,39%
2	20	14,60%
3	13	9,49%
4	3	2,19%
mais de 4	0	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor

O número de acompanhantes de passageiros foi determinado através de uma média ponderada entre as respostas que possuam pelo menos um acompanhante, resultando 1,70 acompanhantes por passageiro. Em seguida, este número foi multiplicado pelo percentual de passageiros da amostra que possuem acompanhantes, 57,66%, o que resultou, uma média de 0,98 acompanhantes por passageiro do aeroporto.

A demanda de passageiros para este grupo foi determinada através da multiplicação do índice de atratividade da linha, 87,50%, o número médio de acompanhantes de passageiros, 0,98 acompanhantes/passageiro, o fator de utilização deste grupo para a linha do APM, 86,00%, o número 2 (ida e volta) e a demanda de passageiros anual, determinada pelo estudo de concessão do aeroporto. A Tabela 25 mostra a demanda de usuários da linha de APM proposta ao ano referente aos acompanhantes de passageiros do aeroporto.

Tabela 25 – Demanda da linha de APM proposta referente aos acompanhantes de passageiros do aeroporto

Ano	Projeção do número de acompanhantes de passageiros do aeroporto que utilizariam a linha de APM proposta
2020	7.987.954
2021	8.633.594
2022	9.254.183
2023	9.833.849
2024	10.370.687
2025	10.873.129
2026	11.352.534
2027	11.818.235
2028	12.276.144
2029	12.729.276
2030	13.178.796
2031	13.624.932
2032	14.067.635
2033	14.506.970
2034	14.943.303
2035	15.377.331
2036	15.810.047
2037	16.242.639
2038	16.676.392
2039	17.112.616
2040	17.552.571
2041	17.997.436
2042	18.448.293
2043	18.906.110
2044	19.371.754
2045	19.845.998
2046	20.328.057

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.5.3 Funcionários de companhias aéreas e do aeroporto

A quantidade de passageiros que utilizariam a linha do APM referente a estas pessoas foi definida através da multiplicação do número de funcionários de companhias aéreas e do aeroporto ao ano, o número 287 (referente aos dias de trabalho de um funcionário em um

ano), o número 2 (viagem de ida e volta) e o coeficiente de aceitação deste grupo (81,25%).

O número de passageiros do Aeroporto Internacional de Florianópolis no ano de 2016 é de 1.455 pessoas, informação esta colhida junto ao setor de comunicação social deste aeroporto (VER ANEXO B). Como não existe um histórico anual do número de pessoas deste grupo, não foi possível determinar uma taxa média de crescimento, sendo então considerada a taxa de crescimento anual de passageiros estabelecida através do estudo de concessão deste aeroporto, realizado no ano de 2015 pelo consórcio BF Capital, Infracap, JGP Consultoria e Participações Ltda, Logit, Moysés & Pires e Proficenter. Com base nestas taxas fez-se a progressão do número desta categoria até o ano objetivo.

Tabela 26 – Projeção para o número de funcionários das companhias aéreas e do aeroporto

Ano	Número de Passageiros
2016	1.455
2017	1.576
2018	1.716
2019	1.875
2020	2.040
2021	2.205
2022	2.363
2023	2.511
2024	2.648
2025	2.777
2026	2.899
2027	3.018
2028	3.135
2029	3.251
2030	3.366
2031	3.480
2032	3.593
2033	3.705
2034	3.816
2035	3.927
2036	4.038
2037	4.148
2038	4.259
2039	4.370
2040	4.483
2041	4.596
2042	4.711
2043	4.828
2044	4.947
2045	5.068
2046	5.191

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a projeção do número de funcionários das companhias aéreas e do aeroporto, verifica-se a demanda de usuários desta classe para a linha do APM projetada:

Tabela 27 – Demanda da linha de APM proposta referente aos funcionários das companhias aéreas e do aeroporto

Ano	Projeção do número de funcionários do aeroporto e companhias aéreas que utilizariam a linha de APM proposta
2020	951.385
2021	1.028.283
2022	1.102.197
2023	1.171.236
2024	1.235.175
2025	1.295.017
2026	1.352.115
2027	1.407.582
2028	1.462.120
2029	1.516.089
2030	1.569.628
2031	1.622.764
2032	1.675.491
2033	1.727.817
2034	1.779.785
2035	1.831.479
2036	1.883.017
2037	1.934.539
2038	1.986.200
2039	2.038.156
2040	2.090.556
2041	2.143.540
2042	2.197.238
2043	2.251.766
2044	2.307.225
2045	2.363.708
2046	2.421.123

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.5.4 Demanda total

A demanda total para a linha do APM projetada corresponde ao somatório da demanda dos usuários que utilizariam a linha do APM pertencentes aos passageiros do aeroporto, acompanhantes de passageiros e funcionários de companhias aéreas e do aeroporto:

Tabela 28 – Demanda total para a linha de APM proposta

Ano	Projeção do número de usuários totais para a linha de APM proposta
2020	13.029.516
2021	14.082.650
2022	15.094.922
2023	16.040.440
2024	16.916.102
2025	17.735.659
2026	18.517.637
2027	19.277.263
2028	20.024.180
2029	20.763.305
2030	21.496.537
2031	22.224.249
2032	22.946.362
2033	23.662.983
2034	24.374.705
2035	25.082.668
2036	25.788.491
2037	26.494.110
2038	27.201.625
2039	27.913.170
2040	28.630.801
2041	29.356.441
2042	30.091.853
2043	30.838.621
2044	31.598.154
2045	32.371.714
2046	33.158.023

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.6 Escolha da tecnologia APM

A tecnologia de APM utilizada para o estudo de caso é a tecnologia Aeromóvel. A escolha por esta tecnologia está baseada na repetição de um modelo já existente no país, do qual já existem novas linhas projetadas, além de tratar-se de uma tecnologia nacional, o que facilita a manutenção do sistema.

4.2.7 Estudo de viabilidade

O estudo de viabilidade consiste na verificação do retorno econômico gerado com a construção da linha proposta. Para análise desta linha foram considerados os dividendos gerados pela arrecadação, e os gastos de implantação e manutenção.

4.2.7.1 Arrecadação

O valor da arrecadação foi determinado em função da multiplicação entre o valor da tarifa, reajustada anualmente, e o número de usuários ao ano, determinando-se assim, a arrecadação anual até o final do período determinado para esta análise.

4.2.7.1.1 Valor da tarifa

Após a definição do traçado, os dados referentes ao valor da tarifa foram atualizados, sendo consideradas 26 entrevistas como espúrias (usuários cujo destino ou origem não sejam atrativos perante a linha proposta). As informações corrigidas da amostra de usuários para o posicionamento do valor da tarifa são expressas na Tabela 29.

Tabela 29 – Valor de tarifa aceitável corrigida para a linha do APM, resultado da amostra

Intervalo de tarifa que estaria disposto a pagar para utilizar a linha do APM	Frequência	Porcentagem Válida
Até R\$ 3,00	56	32,56%
R\$ 3,01 a R\$ 6,00	58	33,72%
R\$ 6,01 a R\$ 9,00	14	8,14%
R\$ 9,01 a R\$ 12,00	16	9,30%
R\$ 12,00 ou mais	15	8,72%
Não sabe responder	13	7,56%

Fonte: Elaborado pelo autor

O questionário corrigido apontou o valor da tarifa entre R\$3,01 a R\$6,00 como a alternativa de maior frequência, mesmo que muito perto da opção referente ao valor de tarifa de até R\$3,00.

Considerando-se uma média ponderada entre as respostas que apontaram um intervalo de tarifa, atendendo o valor médio da tarifa para cada intervalo e o valor de R\$12,00 quando a resposta estiver no intervalo de R\$12,00 ou mais, obtém-se o valor aproximado de R\$5,55. O valor de R\$5,55 encontra-se no intervalo de tarifa de R\$3,01 a R\$6,00, intervalo este que somado às respostas para os intervalos de maior valor, representa 59,88% dos usuários da amostra confortáveis a este valor.

Considerando-se o histórico econômico do Brasil, onde a instabilidade econômica é recorrente, torna-se muito difícil estabelecer um índice de correção de tarifas. Desta forma, utiliza-se o valor de tarifa de R\$ 5,55 para todo o período de análise.

4.2.7.1.2 Demanda de passageiros

A demanda de passageiros utilizados corresponde a demanda anual de passageiros da linha do APM proposta, conforme a Tabela 28.

4.2.7.1.3 Arrecadação anual

A arrecadação anual foi determinada através da multiplicação entre o valor anual da tarifa e a demanda anual de passageiros, sendo apresentada na Tabela 30.

Tabela 30 – Arrecadação anual com a linha do APM proposta

Arrecadação Anual (R\$)			
Ano	Número de Usuários	Valor da Tarifa	Total Anual
2017	-	-	R\$ 0,00
2018	-	-	R\$ 0,00
2019	-	-	R\$ 0,00
2020	13.029.516,43	R\$ 5,55	R\$ 72.313.816,21
2021	14.082.650,05	R\$ 5,55	R\$ 78.158.707,77
2022	15.094.921,54	R\$ 5,55	R\$ 83.776.814,56
2023	16.040.439,95	R\$ 5,55	R\$ 89.024.441,71
2024	16.916.101,81	R\$ 5,55	R\$ 93.884.365,05
2025	17.735.658,55	R\$ 5,55	R\$ 98.432.904,97
2026	18.517.637,06	R\$ 5,55	R\$ 102.772.885,69
2027	19.277.263,50	R\$ 5,55	R\$ 106.988.812,41
2028	20.024.180,21	R\$ 5,55	R\$ 111.134.200,19
2029	20.763.304,62	R\$ 5,55	R\$ 115.236.340,64
2030	21.496.537,28	R\$ 5,55	R\$ 119.305.781,89
2031	22.224.248,68	R\$ 5,55	R\$ 123.344.580,17
2032	22.946.361,84	R\$ 5,55	R\$ 127.352.308,20
2033	23.662.982,61	R\$ 5,55	R\$ 131.329.553,47
2034	24.374.705,21	R\$ 5,55	R\$ 135.279.613,94
2035	25.082.667,59	R\$ 5,55	R\$ 139.208.805,14
2036	25.788.491,24	R\$ 5,55	R\$ 143.126.126,36
2037	26.494.110,39	R\$ 5,55	R\$ 147.042.312,66
2038	27.201.625,29	R\$ 5,55	R\$ 150.969.020,38
2039	27.913.169,87	R\$ 5,55	R\$ 154.918.092,80
2040	28.630.801,07	R\$ 5,55	R\$ 158.900.945,93
2041	29.356.441,10	R\$ 5,55	R\$ 162.928.248,08
2042	30.091.853,39	R\$ 5,55	R\$ 167.009.786,31
2043	30.838.620,95	R\$ 5,55	R\$ 171.154.346,26
2044	31.598.153,56	R\$ 5,55	R\$ 175.369.752,25
2045	32.371.714,25	R\$ 5,55	R\$ 179.663.014,11
2046	33.158.023,16	R\$ 5,55	R\$ 184.027.028,54

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.7.2 Custos de implantação, manutenção e operação

Definida a tecnologia Aeromóvel como o tipo de APM a ser utilizado neste estudo de caso, realizou-se um contato com a empresa Aeromóvel, a fim de levantar os custos de implantação, manutenção e operação da linha proposta.

O traçado da linha planejada foi encaminhado à empresa Aeromóvel, que estimou os custos de implantação, operação e manutenção anual desta linha. Para a estimativa destes custos considerou-se uma linha de duas pistas, com composições com capacidade de 300 pessoas, operação de 18 horas ao dia, sendo o espaçamento entre as composições igual a 4,5 minutos no pico (cinco horas ao dia) e 9 minutos no período entre picos. O *headway* considerado é baseado no projeto da linha de APM na cidade de Canoas, no Rio Grande do Sul.

4.2.7.2.1 Custo de implantação

De acordo com a empresa Aeromóvel, o custo de implantação por quilômetro, para uma linha de APM urbana com duas pistas é de R\$ 60 milhões por quilômetro, sendo inclusos neste valor todos os gastos decorrentes com projeto, construção e instalação da linha do APM mais impostos, não sendo considerados gastos advindos com a manutenção e operação do sistema.

Uma vez que a linha proposta apresenta aproximadamente 15 quilômetros de extensão, o custo considerado para a implantação desta linha foi de R\$ 900 milhões.

4.2.7.2.2 Custos de manutenção e operação

Os custos de manutenção e operação anual da linha planejada foram estimados pela empresa Aeromóvel, sendo expressos na Tabela 31:

Tabela 31 – Custos de manutenção e operação anuais para a linha do APM proposta considerando-se a tecnologia Aeromóvel

Peças	R\$ 682.239,00
Mão de obra	R\$ 2.450.855,00
Energia elétrica	R\$ 2.951.941,00
Total	R\$ 6.085.035,00

Fonte: Aeromóvel, 2016

4.2.7.2.3 Composição dos custos anuais

Como efeito de desembolso, considera-se que o ano de 2017 seja destinado ao projeto e aprovações, os anos de 2018 e 2019 destinados a construção e o período de 2020 a 2046 a operação do sistema. Fazendo-se a mesma consideração empregada para o valor das tarifas, não considera-se nenhum fator de reajuste para os custos de implantação, manutenção e operação. O SENG/SC (2016) estima que o custo de estudos e projetos de engenharia podem ser expressos a partir do custo total da implantação da obra, recomendando a faixa de 4% a 8% do custo total do empreendimento. Neste estudo foi considerado o custo de todos os estudos e projetos de engenharia como 6% do valor total investido.

Estima-se que do custo total de implantação da obra, 6% sejam destinados ao projeto, e que o restante seja dividido em 2 parcelas iguais, para o ano de 2018 e 2019. A partir do ano de 2020 são considerados os custos de manutenção e operação do sistema. O desembolso anual até o final do ciclo é exposto na Tabela 32.

Tabela 32 – Custos anuais para implantação e manutenção da linha de APM proposta

Custos anuais (R\$)						
Ano	Projeto	Construção	Pecas	Mão de obra	Energia	Total Anual
2017	R\$ 54.000.000,00	-	-	-	-	R\$ 54.000.000,00
2018	-	R\$ 450.000.000,00	-	-	-	R\$ 450.000.000,00
2019	-	R\$ 450.000.000,00	-	-	-	R\$ 450.000.000,00
2020	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2021	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2022	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2023	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2024	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2025	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2026	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2027	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2028	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2029	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2030	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2031	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 32 – Custos anuais para implantação e manutenção da linha de APM proposta (Continuação)

Custos anuais (R\$)						
Ano	Projeto	Construção	Pecas	Mão de obra	Energia	Total Anual
2032	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2033	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2034	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2035	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2036	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2037	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2038	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2039	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2040	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2041	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2042	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2043	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2044	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2045	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00
2046	-	-	R\$ 682.239,00	R\$ 2.450.855,00	R\$ 2.951.941,00	R\$ 6.085.035,00

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.7.3 Fluxo de caixa

Uma vez determinados as despesas e ingressos anuais, verifica-se o fluxo de caixa anual para o período de estudo da linha do APM.

Tabela 33 – Fluxo de caixa corrente anual até o final do período do estudo da linha do APM

Ano	Fluxo de Caixa Corrente	Ano	Fluxo de Caixa Corrente
2017	-R\$ 54.000.000,00	2032	R\$ 121.267.273,20
2018	-R\$ 450.000.000,00	2033	R\$ 125.244.518,47
2019	-R\$ 450.000.000,00	2034	R\$ 129.194.578,94
2020	R\$ 66.228.781,21	2035	R\$ 133.123.770,14
2021	R\$ 72.073.672,77	2036	R\$ 137.041.091,36
2022	R\$ 77.691.779,56	2037	R\$ 140.957.277,66
2023	R\$ 82.939.406,71	2038	R\$ 144.883.985,38
2024	R\$ 87.799.330,05	2039	R\$ 148.833.057,80
2025	R\$ 92.347.869,97	2040	R\$ 152.815.910,93
2026	R\$ 96.687.850,69	2041	R\$ 156.843.213,08
2027	R\$ 100.903.777,41	2042	R\$ 160.924.751,31
2028	R\$ 105.049.165,19	2043	R\$ 165.069.311,26
2029	R\$ 109.151.305,64	2044	R\$ 169.284.717,25
2030	R\$ 113.220.746,89	2045	R\$ 173.577.979,11
2031	R\$ 117.259.545,17	2046	R\$ 177.941.993,54

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.7.4 Retorno financeiro

O estudo de concessão do Aeroporto Internacional de Florianópolis realizado pelo consórcio BF Capital, Infraway, JGP Consultoria e Participações Ltda, Logit, Moysés & Pires e Proficenter em 2015, apresenta uma TIR (Taxa Interna de Retorno) de 8,50% ao ano, à vista disso, considera-se esta TIR como parâmetro de viabilidade para a linha de APM proposta, uma vez que este número reflete as condições de retorno que vem sendo aplicadas em concessões de transporte público no Brasil.

A partir do fluxo de caixa constante calcularam-se o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa interna de retorno). Considerando-se uma TMA (Taxa mínima de atratividade) de 8,50%, o

VPL resultou em R\$ 146.661.496,72, e a TIR deste projeto resultou em 9,37 %.

Desta maneira, verifica-se que o projeto apresenta retorno financeiro, para a mesma taxa interna de retorno aplicada para a concessão do Aeroporto Internacional de Florianópolis.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo de caso realizado na cidade de Florianópolis, ligando o Aeroporto Internacional de Florianópolis até o centro da cidade através de uma linha de APM, apresenta viabilidade. Para tanto, alguns fatores identificados no processo podem ter interferência direta no resultado.

A realização da pesquisa em dezembro, uma semana antes do natal, possibilita a obtenção de uma amostragem um pouco distorcida da situação real, uma vez que neste período existe um grande contingente de turistas na região, o que acarreta num incremento destes usuários na amostra da pesquisa.

O desconhecimento do transporte do tipo APM pela maior parte dos entrevistados, não permite um nível de segurança frente às respostas da amostra, porque mesmo sendo explicado o funcionamento e as características do sistema, o usuário só poderá garantir uma resposta confiável quando ele conhecer e já tiver experimentado um sistema similar.

Na amostragem realizada, a maior parte das entrevistadas foi realizada com passageiros, o pequeno número de entrevistas realizado com acompanhantes de passageiros e funcionários de companhias aéreas e do aeroporto pode ter reflexo na proporção de aceitação destes grupos para a linha do APM.

O alto índice de aceitação por parte dos acompanhantes de passageiros é surpreendente e deve ser analisado com maior cautela, uma vez que a aceitação deste grupo pelo sistema proposto pode ser motivada pela novidade que o sistema constitui. A eventual construção da linha de APM proposta tornaria a ligação aeroporto – centro muito mais ágil do que a maneira atual, o que consequentemente poderia eliminar parte dos acompanhantes até o aeroporto, já que grande parte dos acompanhantes é responsável pelo transporte dos passageiros.

A utilização de uma pesquisa revelada no lugar de uma pesquisa declarada diminui a confiabilidade dos dados referentes a aceitação do usuário em relação a aceitação do uso da linha.

A falta de dados de sondagens, cadastro de interferências, dentre outras informações, dificultam a estimativa do investimento da linha, sendo necessário aplicar um coeficiente de majoração em virtude destas incertezas.

A adoção da demanda de passageiros por parte de um estudo que visa a concessão do aeroporto pode apresentar distorções não identificadas sobre o volume total de passageiros. Em situações ideais onde se almeja uma maior precisão dos resultados, este estudo de demanda deveria ser realizado pela mesma equipe que determinaria a demanda da linha de APM proposta.

O alto grau burocrático para a aprovação de projetos no Brasil pode modificar o tempo de aprovação prevista em projeto, o que poderia vir a reduzir o tempo de operação da linha, reduzindo assim, partes das receitas previstas.

A instabilidade política no Brasil nos últimos anos não permite a aferição de uma estimativa segura da taxa anual de inflação, o que consequentemente, faria o investidor adotar taxas mais conservadoras, o que muitas vezes influencia no resultado da viabilidade como um todo.

A viabilidade da linha proposta não deve estar associada unicamente ao retorno financeiro advindos do CAPEX e OPEX, mas também aos benefícios que a mesma proporcionará aos cidadãos e a cidade como um todo, interferindo diretamente na qualidade de vida das pessoas beneficiadas por esta linha proposta.

5 CONCLUSÕES

Após o término deste estudo verifica-se que os objetivos traçados inicialmente foram alcançados, tornando possível o desenvolvimento de um procedimento que permitisse avaliar a pré- viabilidade de uma ligação aeroporto – centro de conexões urbano, com o uso de *Automated People Mover*.

No que diz respeito ao conhecimento do padrão de viagens dos usuários do aeroporto, foram propostas perguntas mínimas para um questionário, que quando aplicado à amostra de usuários do aeroporto, tornou possível, através do processamento dos dados, identificar o padrão de viagens dos usuários. Além do conteúdo necessário do questionário, foram apresentados os procedimentos de abordagem bem como as restrições e recomendações para o emprego do questionário.

A pesquisa amostral com os usuários do aeroporto foi realizada uma semana antes do natal, período característico pelo incremento de turistas na região, assim sendo, esta amostra pode apresentar resultados infieis ao período fora da temporada de verão. Da mesma forma o número de entrevistas realizadas na amostra não foi suficiente para garantir os 5% de erro máximo numa amostra com nível de confiança de 95%.

A análise de aceitação do APM pelos usuários do aeroporto foi determinada através do processamento de dados da pesquisa revelada e aplicação de uma metodologia que propiciou a determinação dos índices de aceitação da linha do APM perante os passageiros do aeroporto, acompanhantes de passageiros e funcionários das companhias aéreas e do aeroporto. Os índices de aceitação foram determinados a partir de uma pesquisa de preferência revelada. A adoção de uma pesquisa de preferência declarada tornariam os resultados destes índices mais confiáveis. Foram registrados altos índices de aceitação para a linha proposta, mesmo que a tecnologia APM seja pouco difundida no Brasil.

Com relação a obtenção da demanda de passageiros para a linha proposta foram utilizados índices de aceitação da linha para cada um dos três grupos de possíveis usuários identificados. Logo, este índice foi aplicado para a demanda anual identificada para cada grupo até o final do período de análise. No que se diz respeito a demanda de passageiros do aeroporto, foi utilizado um estudo de concessão para este aeroporto, que apresentava projeções do volume de passageiros anuais, por coincidência o último ano de projeção revelada por este estudo iguala-se ao último ano do período de análise do projeto. A demanda de

acompanhantes de passageiro foi definida através da demanda estimada pelo estudo de concessão e um número médio de acompanhantes por passageiro determinado em função da amostra. Para o grupo de funcionários das companhias aéreas e do aeroporto utilizou-se um fator de crescimento anual aplicado sobre o número atual deste grupo.

O estudo de caso realizado propiciou a análise da viabilidade da linha proposta, por meio de avaliação do valor da VPL, considerando-se uma TMA de 8,50%, e por meio da TIR. A falta de informações com grau de confiança elevado tais como o projeto completo de engenharia e a projeção da inflação para os próximos anos expõe margens para a determinação precisa dos valores de investimento, influenciando nos resultados finais de análise de viabilidade.

Considerando-se que a TIR utilizada para o modelo de concessão do Aeroporto Internacional de Florianópolis, 8,50% ao ano (conforme o estudo de concessão realizado no ano de 2015 pelo consórcio BF Capital, Infraway, JGP Consultoria e Participações Ltda, Logit, Moysés & Pires e Proficenter), possa ser utilizada como parâmetro de análise da viabilidade da linha de APM proposta, verifica-se que o empreendimento é dito viável, uma vez que a TIR encontrada foi de 9,37%.

É importante salientar que a viabilidade de uma linha de transporte não deva estar associado somente a números, mas também aos benefícios que a construção da mesma proporciona a população envolvida, refletindo diretamente numa melhor qualidade de vida aos usuários.

5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O método proposto poderá ser utilizado para a avaliação de outras linhas de APM que conectem o aeroporto a um centro de conexões urbano, desde que sejam observadas características similares com o modelo estudado.

Os índices de aceitação para o uso da linha de APM proposta não podem ser utilizados para outros estudos de caso, uma vez que não refletem apenas o grau de aceitação pela tecnologia, mas sim o grau de descontentamento da população da região com o transporte público existente, sendo este descontentamento variável conforme a região estudada.

Existem muitas incertezas especialmente na parte econômico-financeira, devido a instabilidade econômica do Brasil, que não permite previsões de longo prazo com precisão.

O método busca orientar os técnicos a respeito dos fatores que devem ser levados em consideração no estudo de viabilidade de uma linha de APM.

O estudo de caso foi desenvolvido para dar uma noção da aplicabilidade do método, embora apresente alguns fatores onde não se conseguem valores de maior precisão.

Portanto, os resultados do estudo de caso devem ser observados com cautela, considerando-o mais um exemplo de aplicação do que um caso real.

5.2 RECOMENDAÇÕES

No decorrer da pesquisa foi verificada a escassez de estudos que combinassem o dimensionamento de uma linha de APM atendendo as questões técnicas e de demanda.

Recomenda-se que sejam realizados mais estudos sobre linhas de APM, principalmente no que diz respeito ao uso urbano, já que a maior parte das bibliografias existentes refere-se à empregabilidade desta tecnologia em aeroportos.

O método proposto utilizou como único polo atrativo de viagens o aeroporto. Estudos futuros podem propor o dimensionamento de uma linha de APM combinando a demanda de transporte coletivo com a demanda gerada pelo aeroporto. Da mesma forma, o método proposto poderia ser adaptado para ser utilizado para avaliar a viabilidade de ligação entre um centro de conexões e outro tipo de polo gerador de viagens, como estádios, shopping centers, entre outros.

O uso da tecnologia APM tende a aumentar nos centros urbanos, principalmente devido a redução dos custos de operação se comparados a modelos convencionais, no entanto, não são comuns estudos que ratifiquem esta redução, principalmente em sistemas de alta demanda.

A alta qualidade de serviço proporcionada por sistemas que empregam a tecnologia APM é um grande fator de atratividade para os usuários das cidades, uma vez que esta tecnologia proporciona a redução do tempo de viagem, comparando-se aos sistemas de transporte convencionais, e um grande conforto. A tecnologia APM deixou de ser um sistema de transporte do futuro, sendo a mesma já empregada em

muitos países, inclusive em países em desenvolvimento como o Brasil, onde além da utilização deste sistema encontra-se tecnologia totalmente nacional para prover este tipo de transporte.

REFERÊNCIAS

ADVFN. Disponível em: << <http://br.advfn.com/indicadores/ipca>>>
Acesso em 11/06/2016.

ANDRADE, Cláudio. **São Paulo: Boosting Critical Line 4 Capacity.** International Association of Public Transport (UITP), Volume 60, p. 18-19, 2001.

BF Capital, Infracap Engenharia, JGP Consultoria e Participações, Logit, Moysés & Pires e Proficenter Negócios de Engenharia. Estudo de Concessão do Aeroporto Internacional de Florianópolis, 2015.
Disponível em:<< <http://www.aviao.gov.br/assuntos/concessoes-de-aeroportos/novas-concessoes/pmi>>> Acesso em 15/03/2016.

BOMBARDIER. Disponível em
:<<http://www.bombardier.com/content/dam/Websites/bombardiercom/Projects/innovia-apm-100-automated-people-mover-tampa2138.jpg/_jcr_content/renditions/original>> Acesso em 16/4/2015.

BOMBARDIER. Disponível em:
<<http://www.bombardier.com/content/dam/Websites/bombardiercom/Projects/innovia-apm-100-automated-people-mover-madrid2133.jpg/_jcr_content/renditions/original>> Acesso em 16/4/2015.

BRITTO, João Francisco Fleck Heck. **Modelagem Dinâmica do Sistema Aeromóvel de Transportes.** Dissertação de mestrado UFRGS, 2008.

CULVER, Frank; NUEVO, Mario. **Standards for Successful APM Implementation.** Automated People Movers 2009: Connecting People, Connecting Places, Connecting Modes. Editado por Griebenow, Robert R. ASCE, 2009.

CURBSIDE CLASSIC. Disponível em: <<
<http://www.curbsideclassic.com/blog/washington-dulles-international-airport-birth-of-an-apm>>> Acesso em 16/4/2015.

DAVIS *et al.* **Calculating the Capacity of Automated Transit Network Systems**. Automated People Movers and Transit Systems 2013: Half a Century of Automated Transit – Past, Present, and Future. Editado por Leder, William H. & Sproule, William J. ASCE, 2013

DE SOUZA, Ana Luiza Lima; PACHECO, Ricardo Rodrigues; FERNANDES, Elton (2008). **Uma Análise Comparativa de Aeroportos a Nível Mundial**. Anais do VII SITRAER – Simpósio de Transporte AÉREO. Rio de JANEIRO, 2008.

ELMS, Charles P. **The Automated People Mover as One Class of AGT**. Automated People Movers II: New Links for Land Use – Automated People Movers Opportunities for Major Activity Centers. Edited by Murthy V. A. Bondada, William J. Sproule & Edward S. Neumann. Published by ASCE, 1989.

ERBIN, J. M.; SOULAS, C. **Twenty Years of Experiences with Driverless Metros in France**. 19th Dresden Conference on Traffic and Transportation Science, 2003.

FLICKR. Disponível em: <<
https://www.flickr.com/photos/fdw_brugge/4711616044/>> Acesso em 16/4/2015.

GOLDNER, Lenise Grando; MONTEIRO, Augusto Romero. **Taxas de Geração de Viagens para Aeroportos: Estudo de Caso no Aeroporto Hercílio Luz em Florianópolis/SC**. Anais do XXV ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Belo Horizonte, 2011.

GOLDNER, Lenise Grando; NASCIMENTO, Aline. **Case Study and Analysis of Ground Trip Generation Rates at Two AIRPORTS IN Southern Brazil**. Artigo científico, 2014. Disponível em: <<
<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2014-1/812-case-study-and-analysis-of-ground-trip-generation-rates-at-two-airports-in-southern-brazil/file>>> Acesso em 20/08/2016.

GONÇALVES, Jorge Augusto Martins. **Contribuição à Análise Quantitativa das Potencialidades do Trem de Passageiros em Integrar a Estrutura Urbana**. Tese de doutorado COPPE/UFRJ, 2006.

GONZÁLEZ, Miguel Angel Alemany. **Improving Public Transport Quality Using Accelerating Moving Walks.** Automated People Movers and Automated Transit Systems 2016: Innovation in a Rapidly Urbanizing World. Editado por Sproule, William J. ASCE, 2016.

GOSLING, Geoffrey D. **Funding Airport Ground Access Projects: Two Case Studies.** T and DI Congress 2014: Planes, Trains, and Automobiles - Proceedings of the 2nd Transportation and Development Institute Congress, p.882-893, 2014.

INCORVATI, Mark V. **Upgrading Automatic Train Control Systems.** Automated People Movers and Automated Transit Systems 2016: Innovation in a Rapidly Urbanizing World. Editado por Sproule, William J. ASCE, 2016.

JUSTER, Reuben Morris (2013). **A Trip Time Comparison Automated Guideway Transit Systems.** Master of Science thesis. University of Maryland, 2013.

LEA; ELLIOTT. **Airport Cooperative Research Program, Report 37: Guidebook for Planning and Implementing Automated People Mover Systems at Airport.** Washington, DC, 2010.

LIN, Yi-Dar; TRANI, Antonio A. **Airport Automated People Mover Systems – Analysis with a Hybrid Computer Simulation Model.** Transport Research Record 1703, Paper N° 00-0576, p.45 – 57, 2000

LITTLE, David D.; GAFFNEY, Lian . **Airport Landside Mobility – APM Implementation Issues.** 10th International Conference on Automated People Mover. Orlando, Florida, 2005.

LITTLE, David D.; Ross, Sarah Elizabeth (2013). **APMs and Airport Mobility – Historic Trends and Future Possibilities.** Automated People Movers and Transit Systems 2013: Half a Century of Automated Transit – Past, Present, and Future. Editado por Leder, William H. & Sproule, William J. ASCE, 2013.

MALLA, Ramón Castells (2001). **Automated Metro Operation: Greater Capacity and Safer, More Efficient Transport.** International Association of Public Transport (UITP), Volume 60, 15-16 p, 2001.

METROBITS. Disponível em: << <http://metro.com/metro/driverless.html>>> Acesso em 16/4/2015.

MURILLO JR *et al.* (2016). **Tampa Airport APM Project—Fast Track Approach**. Automated People Movers and Automated Transit Systems 2016: Innovation in a Rapidly Urbanizing World. Editado por Sproule, William J. ASCE, 2016.

OTM EDITORA. Disponível em: << <http://www.otmeditora.com.br/noticias/index.php/noticias/ler/494/linha-4-do-metro-de-sao-paulo-e-reconhecida-por-inovacao.html>>> Acesso em 16/4/2015.

PORTAL GLOBO.COM. Disponível em: << <http://g1.globo.com/saopaulo/noticia/2014/01/monotrilho-faz-primeira-viagem-experimental-em-sao-paulo.html>>> Acesso em 16/4/2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Disponível em: << http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/16_08_2010_15.41.22.197114da500fbc9c40c97b79dde1fd77.pdf>> Acesso em 21/07/2016.

RAILFANWINDOW. Disponível em:<<http://www.railfanwindow.com/gallery2/v/TempByDate/album85/IMG_8183.jpg.html>> Acesso em 16/4/2015.

SAMPAIO, R.F; MANCINI, M.C. **Estudos de Revisão Sistemática: Um guia para Síntese Criteriosa da Evidência Científica**. Estudos de Revisão Sistemática 83. Revista Brasileira de Fisioterapia, V.11, Nº1, p. 83-89, Jan/Fev, 2007.

SENGE/SC. Disponível:<< <http://www.senge-sc.org.br/tabela-honorarios/>>> Acesso em 15/03/2016.

SRIVASTAV, Deep Shumank; AGRAWAL, Ruchin. **Automated People Movers: A Futuristic Approach to Modern Transportation Planning**. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X, Volume 11, Issue 3 Ver III (May – Jun. 2014).

VIBRANTVICTORIA. Disponível em:

<<<http://vibrantvictoria.ca/local-news/translink-offers-victorias-ferry-foot-passengers-little-time-savings-with-new-skytrain/>>> Acesso em 16/4/2015.

WARREN, Roxanne & KUNCZYNSKI, Yan. (2000). **Planning Criteria for Automated People Movers: Defining the Issues**. Journal of Urban Planning and Development, p.166 – 188, December 2000.

WARREN, Roxanne. **Automated People-Movers**. A1E11: Committee on Major Activity Center Circulation Systems, 2004.

ZHANG, Tim. **APMs and Other Driverless Systems for Integrated Urban Planning and Sustainability**. Automated People Movers and Transit Systems 2013: Half a Century of Automated Transit – Past, Present, and Future. Editado por Leder, William H. & Sproule, William J. ASCE, 2013.

ZHANG, Tim. **APM and Monorail for Urban Applications**. Automated People Movers and Automated Transit Systems 2016: Inovation in a Rapidly Urbanizing World. Editado por Sproule, William J. ASCE, 2016.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO APLICADO NA AMOSTRA DE USUÁRIOS DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE FLORIANÓPOLIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CTC

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENG. CIVIL



Questionário Nº:

Data:

Hora:

Dia da semana:

Entrevistador:

QUESTIONÁRIO (FOLHA 1 DE 2)**ENTREVISTA COM O USUÁRIO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE FLORIANÓPOLIS HERCÍLIO LUZ****1) Tipo de usuário**

- ☐ Passageiro embarcando
☐ Passageiro desembarcando
☐ Passageiro em Trânsito - Vai esperar no aeroporto? () SIM () NÃO
☐ Acompanhante de passageiro
☐ Funcionário do aeroporto
☐ Funcionário de companhia aérea em terra
☐ Tripulação
☐ Visitante
☐ Outro: _____

2) Sexo

- ☐ Masculino ☐ Feminino

4) Idade: _____**5) Escolaridade**

- ☐ Nenhuma
☐ Ensino Fundamental completo
☐ Ensino Médio completo
☐ Ensino Superior completo
 Pós graduação
☐ Outra: _____

6) Profissão: _____**7) Você está chegando ou saindo do aeroporto?**

- ☐ Chegando ☐ Saindo

8) Qual número de pessoas o acompanharam (ou acompanharão) em seu trajeto? (SOMENTE PASSAGEIROS)
 (valor numérico)
9) Tipo de voo: (Somente para passageiros)

- ☐ Doméstico ☐ Internacional

10) Propósito da viagem aérea

(somente para passageiros)

- ☐ Negócios
☐ Trabalho
☐ Estudo
☐ Convenção (Evento, Congresso, etc)
☐ Turismo
☐ Visita a familiares
☐ Outro: _____

11) De onde veio (ou para onde pretende ir)?

- ☐ Residência
☐ Hotel
☐ Trabalho
☐ Comércio
☐ Outro: _____

12) Qual o endereço de seu destino (ou origem)?

Rua: _____

N. _____

Bairro: _____

Cidade: _____

(CONTINUAÇÃO - FOLHA 2 DE 2)**13) Como você chegou/pretende sair do aeroporto?**

- ☐ Automóvel, condutor (incluir camionete)
☐ Automóvel, carona (incluir camionete)
☐ Van ou micro ônibus
☐ Táxi
☐ Ônibus regular
☐ Ônibus executivo
☐ Moto
☐ Outro: _____

OBS.: Preencher a ordem (sequência) dos sistemas de transportes utilizados até o destino.

14) Qual o intervalo de valor máximo que você aceitaria pagar para utilizar o APM para o trecho TIGEN/RODOVIÁRIA (CENTRO) - AEROPORTO?

- ☐ Até R\$ 3,00.
☐ R\$ 3,01 a R\$ 6,00.
☐ R\$ 6,01 a R\$ 9,00.
☐ R\$ 9,01 a R\$ 12,00.
☐ R\$ 12,00 ou mais
☐ Não utilizaria.
☐ Não sei responder.

15) Caso existisse uma ligação aeroporto - TIGEN/RODOVIÁRIA, através de uma linha de APM, você estaria disposto a utilizar esta linha até o aeroporto e pagando tarifa, mesmo que tivesse que combinar este sistema com outro tipo de transporte, trocando assim seu sistema de transporte atual?

- ☐ Certamente usaria
☐ Provavelmente usaria
☐ Indiferente
☐ Provavelmente não usaria
☐ Certamente não usaria. Por quê?

Definição de APM:

Sistema de transporte de passageiros automatizado que utiliza uma via independente.

Fonte:

<http://www.sfgate.com/opinion/openforum/article/Oakland-Airport-connector-ignored-civil-rights-3193997.php>



ANEXO A

DADOS FORNECIDOS PELA EMPRESA AEROMÓVEL

Tabela 1 – Custo estimado para a implantação de uma linhade APM com duas pistas

Descrição	Custo
Custo por km	R\$ 60.000.000,00

Fonte: Aeromóvel, 2016

Tabela 2 – Custo anuais de manutenção e operação da linha proposta

Descrição	Custo Anual
Peças	R\$ 682.239,00
Mão de obra	R\$ 2.450.855,00
Energia elétrica	R\$ 2.951.941,00
Total	R\$ 6.085.035,00

Fonte: Aeromóvel, 2016

ANEXO B**DADOS FORNECIDOS PELA INFRAERO**

Tabela 1 – Número de profissionais cadastrados no Aeroporto Internacional de Florianópolis

Nº de profissionais	1.455
---------------------	-------

Fonte: Infraero, 2016